BETRIEBSANLEITUNG

OC Sharp

SHORT-RANGE-DISTANZSENSOREN

SICK
Sensor Intelligence.

Beschriebenes Produkt	OC Sharp
Hersteller	SICK AG Erwin-Sick-Str. 1 79183 Waldkirch Deutschland
Rechtliche Hinweise	Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte bleiben bei der Firma SICK AG. Die Vervielfältigung des Werks oder von Teilen dieses Werks ist nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes zulässig. Jede Änderung, Kürzung oder Übersetzung des Werks ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung der Firma SICK AG ist untersagt. Die in diesem Dokument genannten Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. © SICK AG. Alle Rechte vorbehalten.
Originaldokument	Dieses Dokument ist ein Original-Dokument der SICK AG.

Inhaltsverzeichnis

1 Zu Ihrer Sicherheit 7
1.1 Gewährleistung und Haftungen 7
1.2 Sicherheitssymbole 7
1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung 8
1.4 Verpflichtung von Betreiber und Personal 8
1.5 Sicherheitsmaßnahmen im Normalbetrieb 9
1.5.1 Schutz vor elektrischem Stromschlag 9
1.5.2 Schutz vor optischer Strahlung / Augensicherheit 9
1.6 Lagerung und Transport 9
1.7 Verhalten im Notfall 9

2 Produktbeschreibung 10
2.1 Gesamtansicht 10
2.2 Anschlüsse, Schnittstellen 11
2.3 Sensor-Eigenschaften 12
2.3.1 Funktionsbeschreibung 13
2.3.2 Aufbau 16
2.3.3 Bedienelemente und deren Funktion 19
2.4 Technische Daten 20
2.4.1 Maßzeichnung 21
2.5 Zubehör 22
2.5.1 Optische Faser 22
2.5.2 Optische Messköpfe 22

3 Inbetriebnahme 25
3.1 Übersicht Inbetriebnahme 25
3.2 Treiberinstallation USB 26

4 Messung durchführen 32
4.1 Chromatische Abstandsmessung 33
4.2 Chromatische Schichtdickenmessung 34
4.3 Interferometrische Schichtdickenmessung 36

5 Konfiguration 39
5.1 Dunkelabgleich durchführen [Dark] 39
5.2 Messrate einstellen 41
5.2.1 Messrate festlegen [S.Rate] 42
5.2.2 Belichtungsmodus anpassen [free/double Exposure] 42
5.3 Gerät konfigurieren [Config] 44
5.3.1 Menüstruktur 44
5.3.2 Konfigurieren 46
5.3.3 Messwert-Mittelwertbildung [data averaging] 48
5.3.4 Spektren-Mittelwertbildung [spectral averaging] 49
5.3.5 Schwellenwert Intensität [set detect. Threshold] 50

5.3.6 Schwellenwert Qualität [set Q threshold] 51
5.3.7 Chromatischen Messkopf auswählen [select confocal sensor] 52
5.3.8 Betriebsart auswählen [select measuring mode] 53
5.3.9 Lampenintensität einstellen [adjust lamp intensity] 57
5.3.10 Nutzbaren Pixelbereich auswählen [select used CCD range] 58
5.3.11 Kontrasteinstellung, Display [LCD contrast] 61
5.3.12 Anzeigeeinstellungen [set display hold time] 61
5.3.13 Auswahl der ausgegebenen Messwerte 62
5.3.14 Datenformat [serial data ASCII/BIN] 65
5.3.15 Übertragungsrate [serial port baud rate] 65
5.3.16 Analogausgänge [configure analog 1] / [configure analog 2] 66
5.3.17 Gezieltes Ausblenden von Spektralbereichen [partial spect. supress] 68
5.3.18 Faseranschlüsse reinigen [Fiber connector clean] 70
5.3.19 Laden anwenderspezifischer Parameter [Load Setup] 71
5.3.20 Sichern anwenderspezifischer Parameter [Store Setup] 71
5.3.21 Standardeinstellung [Set default parameters] 72
5.3.22 Weißreferenz erfassen [take white reference] 74
5.3.23 Betriebszeit anzeigen lassen [Show operation data] 75
5.3.24 Lampenbetriebszeit zurücksetzen [Reset lamp life timer] 76
5.3.25 Erinnerungsfunktion Lampenbetriebszeit [Set lamplife alert time] 76
5.3.26 Setzen der Systemkonstanten/Lichtquelle [set system constants] 77

6 Datenübertragung – Schnittstellen 78
6.1 Messwerte übertragen 78
6.2 Gerät konfigurieren (seriell RS-232/RS-422, USB) 81
6.3 INTERFACE Dosenleiste 82
6.4 RS-232/RS-422 – Serielle Schnittstelle 84
6.5 Encoder – Schnittstelle 85

7 Wartung 86
7.1 Messkopf, optische Faser pflegen / reinigen 87

8 Störungsbehebung 89

9 Anhang 90
9.1 Datenschnittstelle 90
9.1.1 Schnittstellenarten 90
9.2 Datentelegrammformat 91
9.3 RS-232/RS-422 – USB Befehle 92
9.3.1 Typographie 92
9.3.2 Generelles Kommando (Befehls-) Format 93
9.3.3 Tabelle "Befehle und Antworten" 94
9.3.4 Detaillierte Kommando Beschreibung 100
9.4 Zeitdiagramme 118
9.4.1 Sync-input 118
9.4.2 Sync In – CCD Exposure – Sync Out 118
9.4.3 CCD Exposure to Result Output Timing 119
9.4.4 Normal Trigger Mode Timing 119
9.4.5 Trigger Each Mode Timing 119
9.4.6 External Timing Mode 119

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Optischer Sensor, Gesamtansicht	10
Abb. 2-2:	Geräteanschlüsse, Übersicht	11
Abb. 2-3:	Chromatisches Messprinzip, Abstandsmessung	13
Abb. 2-4:	Chromatisches Messprinzip, Dickenmessung	14
Abb. 2-5:	Messköpfe und optische Faser	17
Abb. 2-6:	600 µm Messkopf	23
Abb. 2-7:	3 mm Messkopf	23
Abb. 2-8:	12 mm Messkopf	23
Abb. 2-9:	interferometrischer Messkopf 3–180 µm, 40 µm Spot	24
Abb. 3-1:	Treiberinstallation; Startfenster	26
Abb. 3-2:	Treiberinstallation, 1	27
Abb. 3-3:	Treiberinstallation, Fortsetzung	27
Abb. 3-4:	Treiberinstallation, 2. Durchgang; Startfenster	28
Abb. 3-5:	Treiberinstallation; 2. Durchgang; Pfad	28
Abb. 3-6:	Treiberinstallation; 2. Durchgang; Fortsetzung	29
Abb. 3-7:	Treiberinstallation; Fertigstellung	29
Abb. 3-8:	Systemeigenschaften; Geräte-Manager	30
Abb. 3-9:	Geräte-Manager; Übersicht	30
Abb. 3-10:	Geräte-Manager; Aktueller serieller Anschluss	31
Abb. 4-1:	Interferometrische Schichtdickenmessung	38
Abb. 5-1:	Funktionstasten	39
Abb. 7-1:	Wartung – Sensor, Messkopf pflegen	87
Abb. 7-2:	Reinigungsstäbchen verwenden	88

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Technische Daten	20
Tab. 2-2:	Chromatische Messköpfe, Technische Daten	22
Tab. 2-3:	Interferometrische Messköpfe, Technische Daten	24
Tab. 4-1:	Beispiel, Abbe-Zahlen (Kunststoff, optisches Glas)	34
Tab. 5-1:	Menü – Konfiguration, Funktionen	47
Tab. 5-2:	Menü – Servicefunktionen, Funktionen	48
Tab. 5-3:	Output-Messwerte, Übersicht	63
Tab. 5-4:	Menü – default parameters, Werkseinstellung	73
Tab. 6-1:	Datendurchsatz der Messwerte über die Schnittstellen 1/2	81
Tab. 6-2:	Datendurchsatz der Messwerte über die Schnittstellen 2/2	81
Tab. 6-3:	Befehlsübersicht- Auszug	82
Tab. 6-4:	Interface Dosenleiste	83
Tab. 8-1:	Störungsanalyse	89
Tab. 9-1:	Liste der Befehle	99

1 Zu Ihrer Sicherheit

Diese Bedienungsanleitung enthält die wichtigsten Hinweise, um das Produkt sicherheitsgerecht zu betreiben.

Beachten Sie alle Instruktionen und Anleitungen dieser Dokumentation.

Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.1 Gewährleistung und Haftungen

Für unsere Produkte gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie sowie die Ergänzungen und Einschränkungen der Allgemeinen Lieferbedingungen der SICK AG.

Konstruktionsänderungen aus Gründen der Qualitätsverbesserung oder zur Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten sowie aus fertigungstechnischen Gründen müssen wir uns vorbehalten.

Das Zerlegen des Geräts führt zum Verlust jeglicher Garantieansprüche. Davon ausgenommen ist der Austausch von Teilen, die einer Abnutzung unterliegen und Wartungs- oder Einstellarbeiten erfordern, sofern darauf ausdrücklich in dieser Dokumentation hingewiesen wird.

Eigenmächtige Veränderungen am Gerät führen zum Ausschluss der Haftung.

1.2 Sicherheitssymbole

In der Bedienungsanleitung werden folgende Benennungen und Zeichen für Gefährdungen und Hinweise verwendet.

VORSICHT

Dieses Symbol bedeutet eine möglicherweise gefährliche Situation. Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann leichte Verletzungen zur Folge haben oder zu Sachbeschädigungen führen.

VORSICHT

Gefährliche elektrische Spannung – bezeichnet Gefahr durch Stromschlag und warnt vor unmittelbar drohender Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen oder vor umfangreichen Sachschäden.

ACHTUNG

Berühren verboten – bedeutet, dass die Berührung der Kontakt-/ Optikflächen zur Beschädigung/ Zerstörung der Bauteile führen kann.

WICHTIG

Informationen die der Benutzer zu beachten hat/ kennen muss, um Störungen im Handlungsablauf/ beim Produkteinsatz zu vermeiden

TIPP

Vermittelt das Wissen, das der Benutzer braucht, um das Handlungsziel auf dem direktesten Wege und ohne Probleme erreichen zu können.

VORAUSSETZUNG

Beschreibt alle Komponenten sowie alle Bedingungen, die vorhanden/ erfüllt sein müssen, damit die Handlung erfolgreich ausgeführt werden kann.

WEITERE INFORMATIONEN

Teilt dem Benutzer mit, wenn es weiterführende Informationen zu einem beschriebenen Kontext gibt.

1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der optische Sensor ist als "Standalone" Gerät oder als Teil einer Messanlage zur Abstands-, Schichtdicken- und Oberflächenmessung oder Qualitäts-überwachung und Dimensionsprüfung bestimmt.

Verwenden Sie den optischen Sensor nur in trockener Umgebung. Der Betrieb des Geräts darf nur innerhalb der durch die technischen Daten angegebenen Spezifikationen erfolgen.

Eine von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichende Verwendung gilt als sachwidrig.
Die Haftung übernimmt in diesem Fall der Benutzer.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Der optische Sensor erfüllt als Einzelgerät und in Kombination mit den in dieser Dokumentation dafür vorgesehenen Geräten den Normen
DIN EN 61326-1 (2013-07) und DIN EN 61010-1 (2011-07), entsprechend den Bestimmungen der Richtlinien 2006/95/EG und 2004/108/EG. Sein Einsatzort ist der Industriebereich.

Bei der Verwendung von kundenseitigen Geräten oder Leitungen kann die Erfüllung dieser Normen unter Umständen nicht gegeben sein. Verwenden Sie daher nur Original-Geräte und Ersatzteile und beachten Sie die Hinweise zur EMV-gerechten Installation in den entsprechenden Handbüchern.

Wird der optische Sensor innerhalb einer Anlage zusammen mit anderen Geräten betrieben, so muss bei der Inanspruchnahme der allgemeinen Betriebsgenehmigung die gesamte Anlage den Bestimmungen der EG-Richtlinien entsprechen.

1.4 Verpflichtung von Betreiber und Personal

Der Betreiber des Geräts ist verpflichtet, nur Personen an dem Gerät arbeiten zu lassen, die:

- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut und in die Handhabung des Geräts eingewiesen sind
- das Sicherheitskapitel dieser Bedienungsanleitung gelesen, verstanden und dies durch ihre Unterschrift bestätigt haben.

Das Personal muss entsprechend den Vorschriften und Sicherheitshinweisen belehrt und auf die möglichen Gefahren hingewiesen werden.

1.5 Sicherheitsmaßnahmen im Normalbetrieb

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, muss das Gerät beziehungsweise die Anlage außer Betrieb gesetzt werden. Eine Sicherung gegen unbeabsichtigten Gebrauch ist vorzunehmen. Unzulässige Eingriffe führen zum Verlust der Gewährleistungsrechte.

Der Versuch, die Software zu kopieren oder zu analysieren, führt unweigerlich zu einem Systemfehler und dem Verlust der Gewährleistungsrechte.

1.5.1 Schutz vor elektrischem Stromschlag

Beachten Sie, dass nach Öffnen des Gehäuses oder Entfernen von Teilen spannungsführende Teile freigelegt werden. Das Berühren solcher Komponenten ist lebensgefährlich.

Bei Service- und Reparaturarbeiten die an geöffneten Geräten und Modulen erfolgen, muss die Netzspannungsversorgung zuverlässig ausgeschaltet sein (Netzkabel gezogen).

1.5.2 Schutz vor optischer Strahlung / Augensicherheit

Bei Service- und Reparaturarbeiten ist darauf zu achten, nicht direkt in das Licht der LED zu blicken. Das Licht kann das Auge schädigen.

1.6 Lagerung und Transport

Um Schäden beim Lagern und Transport zu vermeiden, sind folgende Grundregeln zu beachten:

Den nach den technischen Daten erlaubten Bereich der Lagertemperatur einhalten.

Geeignete Maßnahmen zur Vermeidung einer Beschädigung durch Feuchte, Vibration oder Stoß ergreifen.

Nicht in starken Magnetfeldern (z. B. Dauermagnet oder starkes Wechselfeld) oder deren Nähe lagern.

1.7 Verhalten im Notfall

- Trennen Sie die Anlage vom Netz
- Löschen Sie Brände nur mit einem Feuerlöscher der Brandklasse B

2 Produktbeschreibung

2.1 Gesamtansicht

Vorne

Hinten

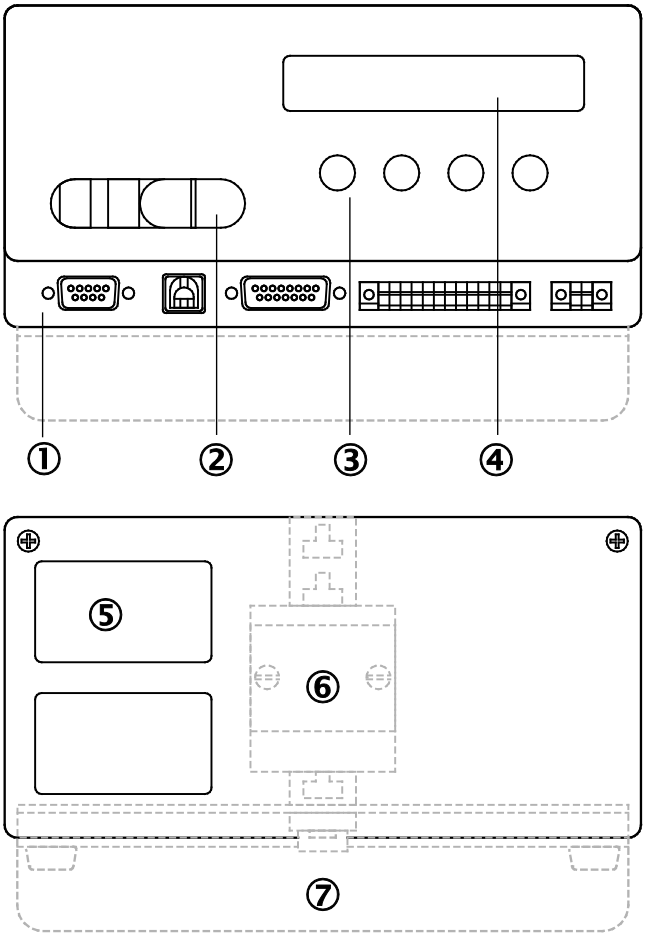


Abb. 2-1: Optischer Sensor, Gesamtansicht

① Dosenleiste / Anschlussleiste
② Schiebeabdeckung
③ Bedientasten
④ Anzeige
⑤ Beschriftungslabel /Anschlüsse
⑥ Halterung für Montageschiene
⑦ Alu-Aufstellwinkel

2.2 Anschlüsse, Schnittstellen

Vorne

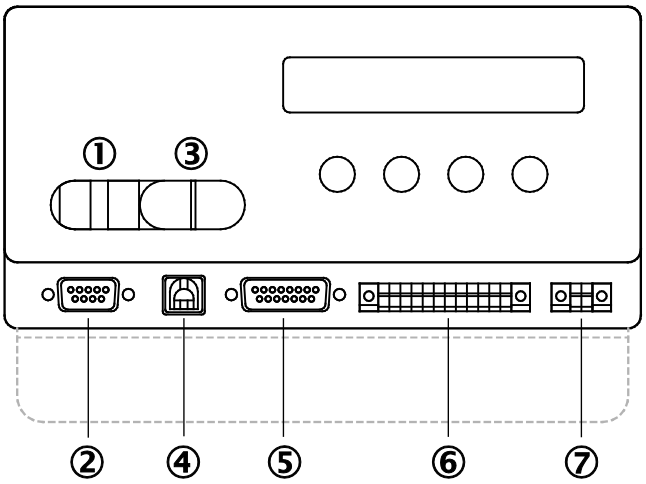


Abb. 2-2: Geräteanschlüsse, Übersicht

① Anschlussdose Lichtwellenleiter
② Serielle Schnittstelle RS-232/RS-422, Sub-D9-Dose
③ Dose für externe Lichtquelle
④ Anschluss USB
⑤ Encoder-Input, Sub-D15-Stecker
⑥ Dosenleiste Interface
⑦ Dose für Stromversorgung

2.3 Sensor-Eigenschaften

- Messrate: bis zu 4 kHz
- Sehr gutes Signal-zu-Rausch Verhältnis und eine hohe Dynamik, d.h. auf Oberflächen mit schnell wechselnden Reflextionseigenschaften kann mit derselben Messrate zuverlässig gemessen werden.
- Das Messobjekt kann spiegelnd oder streuend reflektieren, absorbieren oder auch transparent sein.
  Die Farbe der Oberfläche ist ohne Bedeutung.
- Wartungsarm aufgrund langlebiger LED-Lichtquelle.
- Automatische Lichtregelung.
- Verarbeitung von bis zu 3 Encodersignalen.
- Vielfältige Triggermöglichkeiten.
- 2 Analogausgänge mit 16 Bit Auflösung.
- Datenausgabe sowohl über USB als auch serielle Schnittstelle. Wir empfehlen, die Datenausgabe über USB im industriellen Umfeld nicht als Prozessdatenlinie zu verwenden. Bei der Datenausgabe über USB besteht ein höheres Risiko von Kommunikationsstörungen, die durch EMV verursacht werden.
- Robuster Messkopf. Er enthält keine elektronischen oder bewegten Teile und kann daher auch bei schwierigen Umweltbedingungen eingesetzt werden.
- Die einzige Verbindung zwischen dem Messkopf und der Sensoreinheit besteht aus einer optischen Faser, mit unterschiedlichen Längen bis zu 50 m. Messkopf und Sensoreinheit können somit räumlich getrennt betrieben werden.
- Die hohe numerische Apertur der Messköpfe ermöglicht die Abstandmessung auf spiegelnd reflektierenden Oberflächen, selbst wenn diese deutlich verkippt sind.
- Der optische Sensor ermöglicht eine koaxiale Messung. Abschattung durch Störkanten wie bei Triangulationsmessverfahren tritt nicht auf.
- Hutschienenhalterung

2.3.1 Funktionsbeschreibung

Der optische Sensor verfügt über drei verschiedene Betriebsarten.

Betriebsart 1

Chromatische Distanzmessung
Distanzmessung wird in Betriebsart 1 (konfokale Abstandsmessung) durchgeführt. Dabei wird weißes Licht mittels einer Optik mit ausgeprägter chromatischer Aberration auf die Oberfläche des Messobjekts fokussiert. Für die Wellenlänge, für die sich die Oberfläche im Fokus befindet, wird das reflektierte Licht maximal. Das Spektrum des reflektierten Lichts zeigt einen ausgeprägten Peak, aus dessen spektraler Position der Abstand zur Oberfläche bestimmt wird, Abbildung.

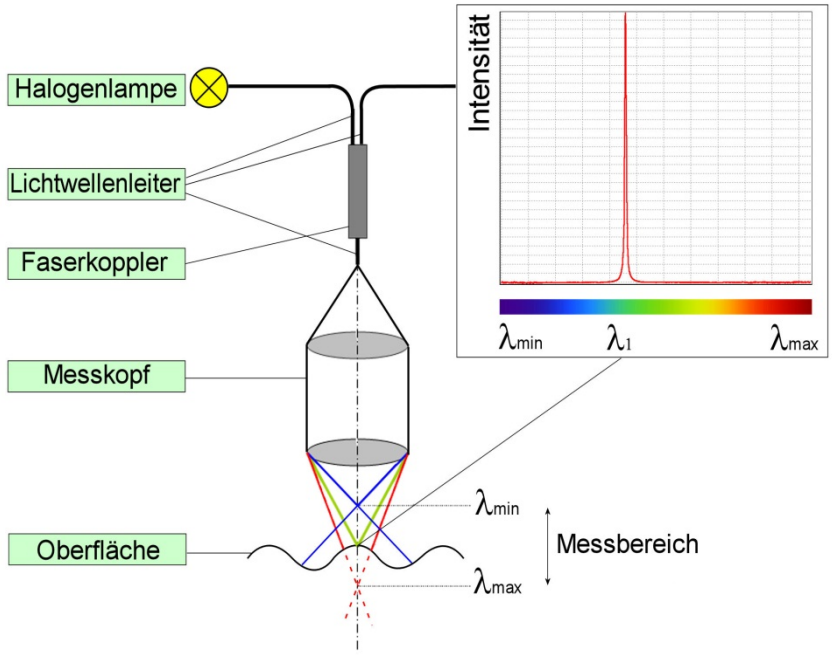


Abb. 2-3: Chromatisches Messprinzip, Abstandsmessung

Betriebsart 2

Chromatische Dickenmessung
Befindet sich ein transparentes Material innerhalb des Messbereiches, erscheinen im Spektrum des reflektierten Lichts zwei Peaks, wobei jeder auf die Reflexion an einer der Grenzflächen der Schicht zurückzuführen ist. Aus dem spektralen Abstand und der Brechzahl des Schichtmaterials kann man in der Betriebsart 2 (konfokale Schichtdickenmessung) die Schichtdicke bestimmen.

Die konfokale Schichtdickenmessung (Betriebsart 2) erfordert eine Mindestschichtdicke die von dem verwendeten Messkopf abhängt, damit die beiden Peaks im Spektrum (Abb. 2-4, Seite *14*) noch voneinander getrennt werden können.

Abstands- und Schichtdickenmessung in der Betriebsart 1 und Betriebsart 2 werden mit demselben Messkopftyp durchgeführt.

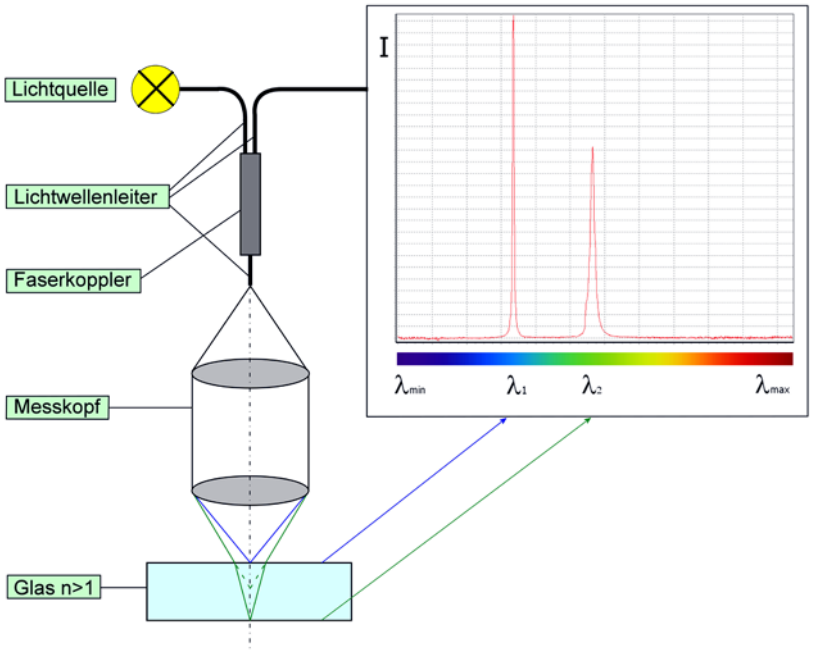


Abb. 2-4: Chromatisches Messprinzip, Dickenmessung

Betriebsart 3

Interferometrische Schichtdickenmessung
Die Betriebsart 3 wird für die Messung dünnerer Schichten (3 – 180 µm optische Dicke) eingesetzt (interferometrische Schichtdickenmessung). Für diese Messung wird ein spezieller achromatischer Messkopf benötigt.
Die Schichtdickenmessung beruht auf der Überlagerung des an beiden Grenzflächen reflektierten Lichts. Bei bekannter Brechzahl des Materials kann aus dem Spektrum des reflektierten Lichts die Schichtdicke bestimmt werden.

Die Betriebsart 3 kann zu Testzwecken für 5 Minuten freigeschaltet werden.

Hierzu wird unter Config > ...Betriebsart 3 angewählt und anschließend das Passwort: 0000000001 eingegeben.
Es folgt die Meldung "*eval. of interf. mode CHR will stop in 5 min*."

Die Freischaltung von Betriebsart 3 können Sie jederzeit bei SICK bestellen, falls nicht im Lieferumfang enthalten.

Anwendungen

Der optische Sensor wird für ein weites Spektrum verschiedener Aufgaben eingesetzt. Typische Beispiele sind:

- Messung von Oberflächentopographien
- Dickenmessung von transparenten Schichten
- Rauheitsmessung
- Vermessung von optischen Komponenten
- Vermessung von Beschichtungen
- Abmessungskontrolle an kleinsten Teilen und Mikrostrukturen.

2.3.2 Aufbau

Der optische Sensor besteht aus einem Messkopf und einer Sensoreinheit. Die beiden Komponenten sind über eine optische Faser miteinander verbunden. An der Sensoreinheit können verschiedene Messköpfe wechselweise betrieben werden, wobei immer nur jeweils ein Messkopf angeschlossen sein kann. So besteht die Möglichkeit, durch Messkopfwechsel verschiedene Messbereiche bei der Abstands- oder Topographiemessung abzudecken oder auch zwischen Topographie- und Schichtdickenmessung zu wechseln.

Das Gerät kann als Tischgerät mit Standfuß oder *optional* auf einer Hutschiene montiert eingesetzt werden.

Sensoreinheit

Die Sensoreinheit enthält neben den elektronischen und optischen Baugruppen zur Auswertung der gemessenen Signale eine LED-Lichtquelle.
Optional ist auch der Anschluss einer externen Lichtquelle möglich sein.

Auf der Frontplatte befinden sich vier Funktionstasten und das LC-Display.

Die Sensoreinheit kann mit diesen vier Funktionstasten **[F1]** ... **[F4]** vollständig konfiguriert werden (Kap*. 5.3* ab Seite *44*).
Das zweizeilige Display zeigt das Messergebnis sowohl als Zahlenwert wie auch als Balkendiagramm an. Im Distanzmode werden der gemessene Abstand und die Intensität des ausgewerteten, von der Oberfläche reflektierten Lichts angezeigt. Im Schichtdickenmodus sieht man die gemessene Schichtdicke sowie die Intensitäten der Reflexe von beiden Grenzflächen der Schicht.

An der Frontplatte befindet sich außerdem ein Schiebe-Öffner hinter dem sich die Faserdosse für den Anschluss des Messkopfs sowie eine weitere Dose für eine externe Lichtquelle befindet.

Unterhalb der Frontplatte befinden sich alle Verbindungsanschlüsse für die Sensoreinheit:

- Anschlussdosen für die seriellen Schnittstellen RS-232/RS-422 und USB
- Anschluss für die Encoder
- Schnittstelle zur Synchronisation mit externen Geräten und
- Anschluss für die Stromversorgung.

Standalone

Das Gerät kann ohne Anschluss an einen Computer eingesetzt werden, um punktuelle Abstands- bzw. Schichtdickenmessungen durchzuführen.

Messeinrichtung

Über die Datenschnittstellen (RS-232/RS-422/USB), die Analogausgänge und den Triggereingang kann das Gerät in komplexe Messeinrichtungen integriert werden.

Der Inkrementalencoder-Eingang ermöglicht sowohl das präzise Zuordnen von Messpunkten und Achsenpositionen als auch das positionsbezogene Auslösen von Messungen ohne zusätzliche Hardware.

Wird der Messkopf z. B. auf einer Linearachse montiert, kann das Profil einer Oberfläche bzw. der Verlauf der Dicke einer Schicht entlang der Verfahrstrecke gemessen werden.
Ein **XY**-Kreuztisch mit zwei Linearachsen ermöglicht die Messung der Topographie oder der Schichtdicke in einem Bereich der Oberfläche.

Die Messung der Topographie von Oberflächen mit Höhenunterschieden, die den Messbereich des Messkopfs überschreiten, erfordert einen **XYZ**-Tisch, bei dem der Abstand des Messkopfs zur Oberfläche während der Messung angepasst werden kann.

Messkopf und optische Faser

Abb. 2-5: Messköpfe und optische Faser

Messkopf

Je nach Bedarf steht eine Reihe verschiedener Messköpfe zur Verfügung. Die Größe des jeweiligen Messkopfs variiert mit dessen Messbereich. Der Messkopf enthält keine beweglichen Bauteile oder elektronische Komponenten, welche als Wärmequellen die Genauigkeit und Stabilität der Messung beeinflussen könnten.

Neben den Standardmessköpfen sind für bestimmte Anwendungen weitere Messköpfe mit angepassten Eigenschaften verfügbar, z. B. abgewinkelte Messköpfe oder Messköpfe mit höherer numerischer Apertur. Diese ermöglichen Messungen auf stärker geneigten Oberflächen.

Eine Übersicht der Standardmessköpfe finden Sie im Kap. *2.5*.

Optische Faser

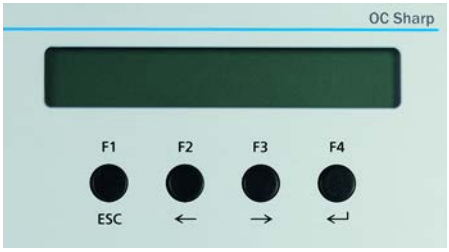
Die optische Faser ist gegen mechanische Beanspruchung empfindlich und muss vorsichtig behandelt werden.

Beim Handling der optischen Faser unbedingt beachten:

- der minimale Biegeradius der Faser beträgt 30 mm
- die Faserenden sind sehr schmutzempfindlich und dürfen nicht mit der Hand berührt werden
- beim Transport müssen die mitgelieferten Schutzkappen auf die Faserenden bzw. Steckerdosen am Gerät aufgesetzt werden.

Bei Verschmutzung der Faserendflächen diese vorsichtig mit einem fusselfreien Tuch und eventuell mit Ethanol reinigen (Kap. *7.1*, ab Seite *87*).

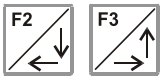
2.3.3 Bedienelemente und deren Funktion



Hauptmenu aufrufen / Funktion abbrechen
Mit der Funktionstaste **[F1]** das Hauptmenü aufrufen oder die aktuell ausgeführte Funktion abbrechen. Das Gerät schaltet dann automatisch zur nächst höheren Menüebene zurück beziehungsweise schließt das Hauptmenü.

Ausführliche Informationen zum Aufrufen und Struktur des Hauptmenüs entnehmen Sie aus Kap.*1* "Konfiguration" ab Seite *38*.

Softwareversion anzeigen
[F1] beim Einschalten gedrückt halten.



Funktion auswählen
Mit der Funktionstaste **[F2]** / **[F3]** im Menüfenster unter den Menüpunkten auswählen. Im Zahlen-Eingabemodus wird durch Bestätigen von **[F2]** / **[F3]** die blinkende Ziffer dekrementiert / inkrementiert.

Funktion bestätigen/ ausführen
Mit der Funktionstaste **[F4]** können Sie eine Eingabe übernehmen beziehungsweise in die nächste untergeordnete Menüebene wechseln.

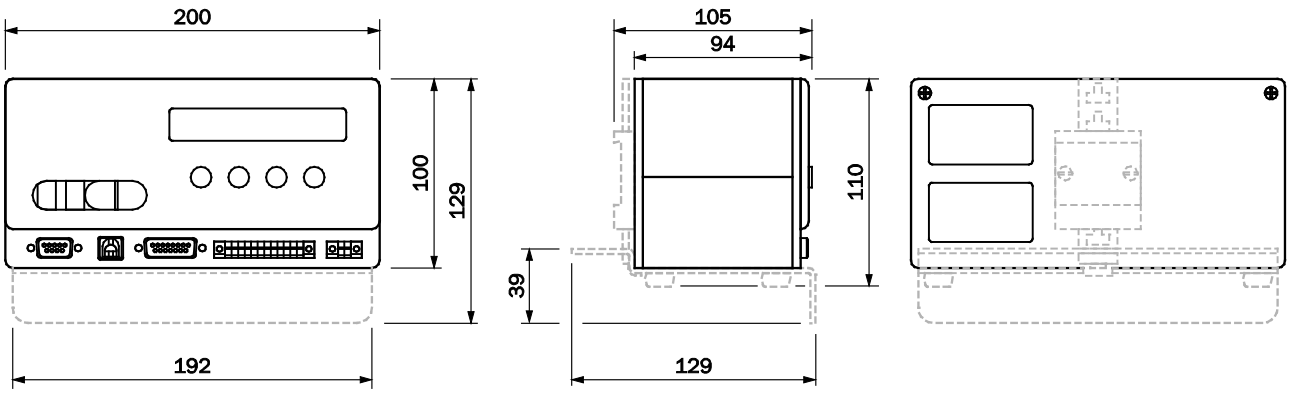
2.4 Technische Daten

Optischer Sensor	
Messverfahren	**Chromatisch, interferometrisch**
Messwerte	Distanz, Schichtdicke
Messrate	32 – 4.000 Hz
Messbereich	Chromatisch: richtet sich nach dem Messkopf Interferometrisch: 3 – 180 µm (optische Weglänge)
Steigungsfehler [1)]	< ± 0,001
Linearitätsabweichung *	0,033 % des Messbereiches
Auflösung	0,003 % des Messbereiches (15 Bit); optional 0,00001 % (23bit)
Reproduzierbarkeit	0,009 % des Messbereiches
Synchronisation mit ext. Geräten	Trigger-Eingang, 3 Encoder-Eingänge, Synchronisations-Ausgang
Schnittstellen	USB, RS-232, RS-422 und Analog (16 Bit)
Übertragungsrate	RS-232 (9.600 – 921.600 Baud) RS-422 (9.600 – 921.600 Baud) USB virtual comport (921.600 Baud)
Lichtquelle	LED / externe Lichtquelle
Betriebstemperatur	+5 °C bis +50 °C
Abmessungen (Sensoreinheit)	200 x 100 x 93 mm (B x H x T)
Gewicht	1,1 kg
Lichtwellenleiter	2 – 40 m multimode, optional stahlummantelt bis 15 m
Netzspannung	16 – 30 V DC (mit separatem Netzteil 90-264 VAC)
Leistungsaufnahme	10 W
Anzahl der Messkanäle	1
Lagertemperatur	-25 °C bis +55 °C
Relative Feuchtigkeit	5% bis 80% (nicht kondensierend)
Schutzart	IP 20 (DIN 40050/ IEC 144)
Elektrische Schutzklasse	

Tab. 2-1: Technische Daten

[1)] Messgenauigkeit **=** Linearitätsfehler **+** Steigungsfehler **x** genutzter Messbereich

2.4.1 Maßzeichnung



Abmessungen in mm

2.5 Zubehör

2.5.1 Optische Faser

Die optischen Fasern stehen in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung. Sonderausführungen (z. B. Sonderlängen oder spezielle Ummantelungen) können bei SICK erfragt werden.

2.5.2 Optische Messköpfe

Durch die hohe Numerische Apertur und den kleinen Messfleckdurchmesser sind die Messköpfe für viele messtechnische Anwendungen ideal.

Obere- und untere Hälfte der Messköpfe haben teilweise unterschiedliche Durchmesser.
Den Messkopf immer an der Unterseite befestigen (Lichtaustrittseite mit größerem Durchmesser).
Eine Halterung auf der Seite des Faseranschlusses kann zu Beschädigungen führen.

Nie die Hälften gegeneinander verdrehen!

2.5.2.1 Chromatische Messköpfe

Die chromatischen Messköpfe zur Abstands- und Schichtdickenmessung umfassen einen Messbereich von wenigen hundert Mikrometern bis hin zu mehreren Millimetern, sodass für jede Applikation ein passender Messkopf zur Verfügung steht.

Sensor OC Sharp
Anwendung Distanz und Schichtdicke
Messverfahren Chromatisch konfokal

Fußnoten
[1] Unterkante Messkopf bis Mitte Messbereich
[2] abnehmende Genauigkeit zu den Grenzwerten
[3] bei Brechungsindex n = 1,5

Messbereich	**600 µm**	**3 mm**	**12 mm**
Messabstand[1], ca.	6,5 mm	22,5 mm	54 mm
Messfleckdurchmesser	4 µm	12 µm	30 µm
Laterale Auflösung	2 µm	6 µm	15 µm
Numerische Apertur	0,5	0,5	0,27
Messwinkel zur Oberfläche[2]	90°+/-30°	90°+/-30°	90°+/-15°
Dickenmessbereich[3]	bis 900 µm	bis 4,5 mm	bis 18 mm
Abmessung (LxD mm)	125 x 19	105,8 x 49	l = 61,1 mm d = 36 mm
Gewicht	71 g	501 g	281 g
Artikelnummer	6053131	6053132	6053133

Tab. 2-2: Chromatische Messköpfe, Technische Daten

① = Faseranschluss (Lichtwellenleiter) ② = Mittlerer Arbeitsabstand

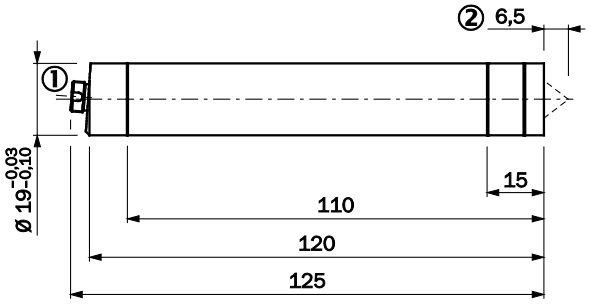


Abb. 2-6: 600 µm Messkopf

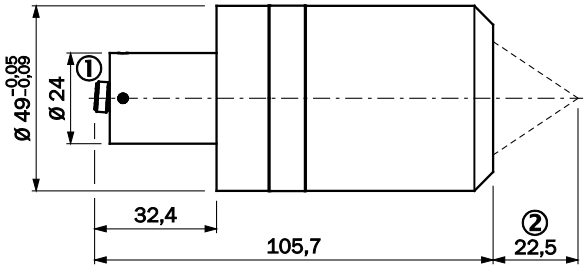


Abb. 2-7: 3 mm Messkopf

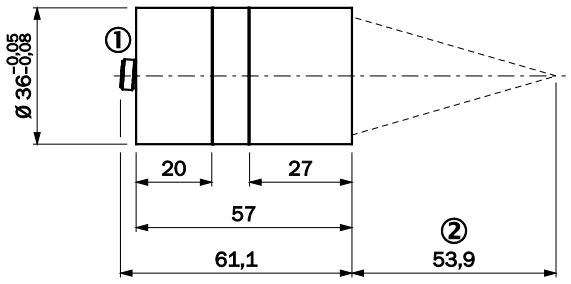


Abb. 2-8: 12 mm Messkopf

2.5.2.2 Interferometrische Messköpfe

Die interferometrischen Messköpfe zeichnen sich durch kompakte Bauweise aus und dienen der Schichtdickenbestimmung an transparenten, dünnen Schichten von 3 µm – 180 µm (optische Weglänge).

Sensor	OC Sharp
Anwendung	Schichtdicke
Messverfahren	Interferometrisch
Fußnoten	[1] Unterkante Messkopf bis Mitte Messbereich [2] abnehmende Genauigkeit zu den Grenzwerten

Messbereich	**3 – 180 µm** [1)]
Messabstand[1)], ca.	27 mm
Messfleckdurchmesser	40 µm
Laterale Auflösung	20 µm
Numerische Apertur	0,09
Messwinkel zur Oberfläche[2)]	90°+/-5°
Dickenmessbereich[3)]	richtet sich nach dem verwendeten OC Sharp
Abmessung (LxD mm)	53,6 x 15
Gewicht	21 g
Artikelnummer	6053134

1) Bei Brechungsindex n=1.

Tab. 2-3: Interferometrische Messköpfe, Technische Daten

① = Faseranschluss (Lichtwellenleiter) ② = Mittlerer Arbeitsabstand

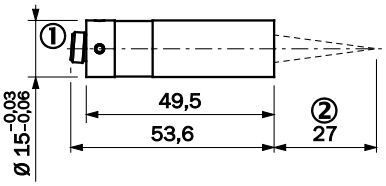


Abb. 2-9: interferometrischer Messkopf 3–180 µm, 40 µm Spot

3 Inbetriebnahme

3.1 Übersicht Inbetriebnahme

Vorsicht

Feuchtigkeitsbildung im Gerät!
Auf und im Gerät kann sich Feuchtigkeit niederschlagen, wenn es von einer kalten in eine warme Umgebung gebracht wird. Warten Sie unbedingt mit der Inbetriebnahme, bis das kalte Gerät die Raumtemperatur angenommen hat. Je nach Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur kann dieser Vorgang zwei bis drei Stunden dauern.

Inbetriebnahme des Geräts

1. Messkopf und Sensor über die optische Faser miteinander verbinden

- **Faserverbindung zum Messkopf**: Schutzkappe am FC-APC Stecker vorsichtig entfernen, den Stecker in die Faserdose am Messkopf einführen und handfest verschrauben.
  Bei Einsetzen des Steckers darauf achten, dass der Steg in die Nut der Dose eingreift.
- **Faserverbindung zum Sensor:** Das Stecksystem E 2000 verfügt über automatische Schutzkappen, die sich beim Einsetzen in die Gerätedose selbsttätig öffnen. Der Stecker wird einfach in die Dose am Gerät eingeführt, bis die Verriegelung einrastet; Zum Entfernen wird die Entriegelung am Stecker gedrückt und der Stecker vorsichtig herausgezogen.

2. Gerät mit separatem Netzteil verbinden

Nach Herstellung der Spannungsversorgung erfolgt die Initialisierung, für einige Sekunden wird die Informationsanzeige
(Versions-Nummern der internen Software) am Display angezeigt.

Vor Beginn einer Messung sollten die verschiedenen Einstellungen des Geräts geprüft, ggf. neu konfiguriert werden. Beispielsweise:

- Betriebsart
- die Messrate,
- die Mittelwertbildung usw.
  (Kap. *5.3*, Gerät konfigurieren [Config], Seite *47*).

3.2 Treiberinstallation USB

Treiberinstallation USB-Schnittstelle

Zur Kommunikation über die USB-Schnittstelle muss zuerst der Windows-USB-Gerätetreiber installiert werden. Der Treiber stellt auf dem Computer einen virtuellen COM-Port zur Kommunikation mit dem Sensor zur Verfügung.

Jeder Sensor benötigt seine eigene Treiberinstallation.

Nach dem Einschalten des Sensors und des Computers mit entsprechender Treiber-Installations-CD startet automatisch der Hardware-Assistent; treffen Sie die Auswahl entsprechend der folgenden Abbildungen.

Abhängig von Sensor- und Betriebssystem-Version können die Fenster anders gestaltet sein.

USB-Gerätetreiber installieren

Dieser Vorgang muss zweimal ausgeführt werden.

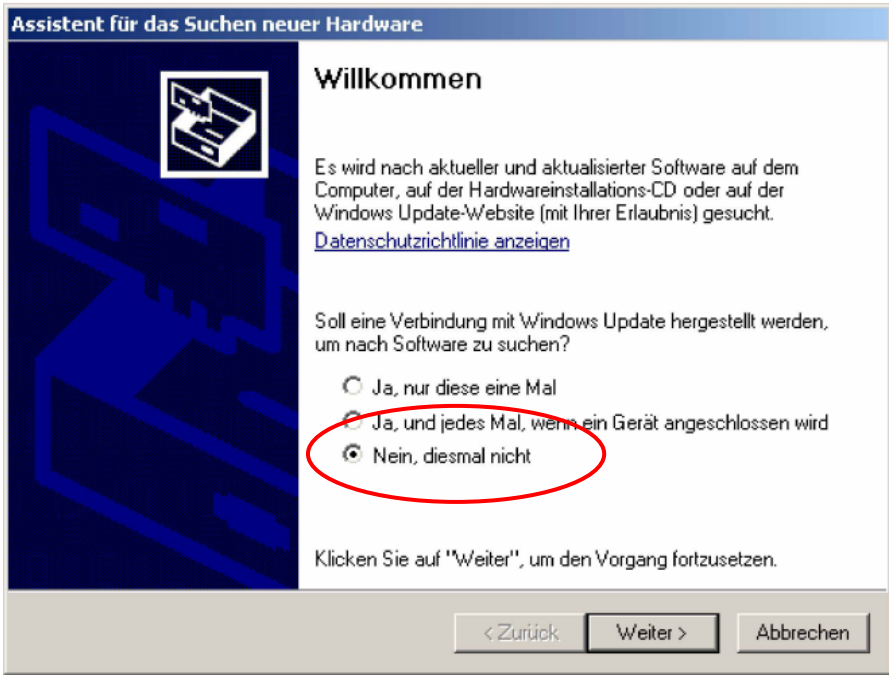

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 3-1: Treiberinstallation; Startfenster

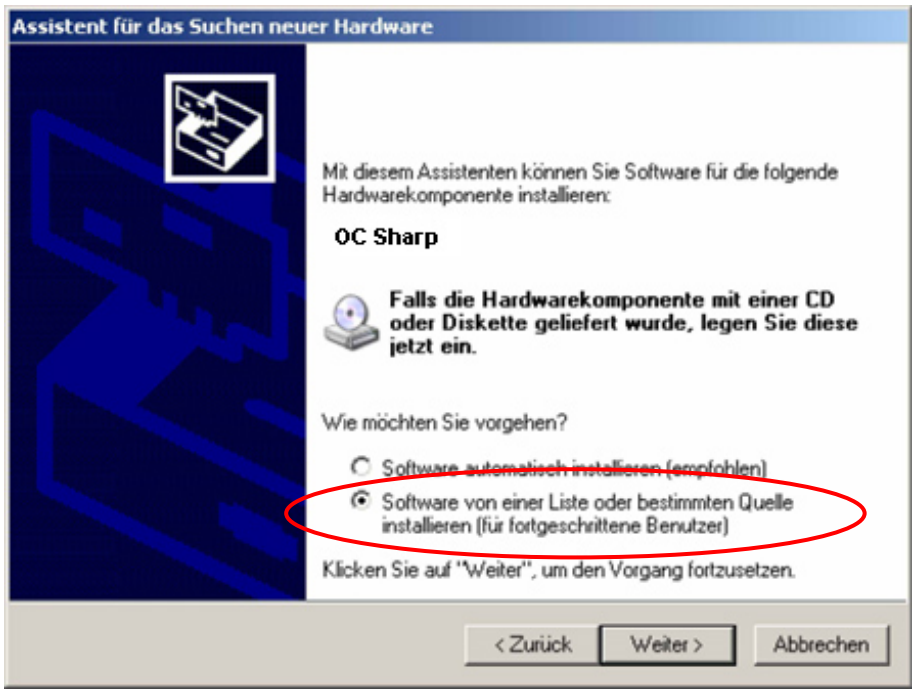

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
OC Sharp
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 3-2: Treiberinstallation, 1

Den Pfad zum Verzeichnis, indem sich der Treiber befindet, eingeben.

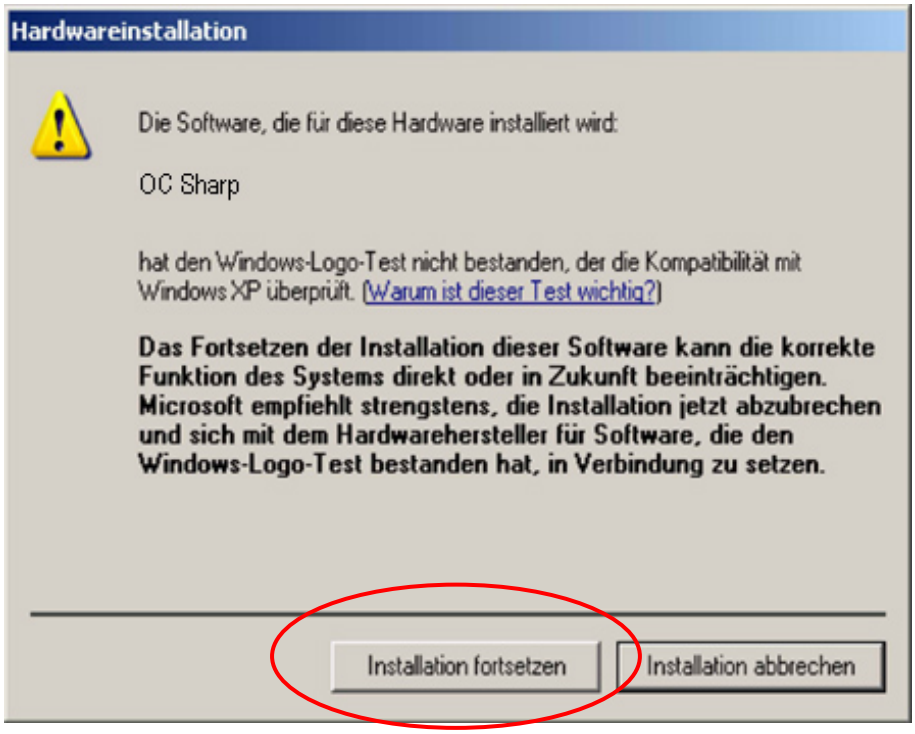

Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
OC Sharp
hat den Windows-Logo-Test nicht bestanden, der die Kompatibilität mit Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

Abb. 3-3: Treiberinstallation, Fortsetzung

Nach Installation Vorgang zur Fertigstellung bestätigen.

Treiber für den virtuellen Com-Port installierten.

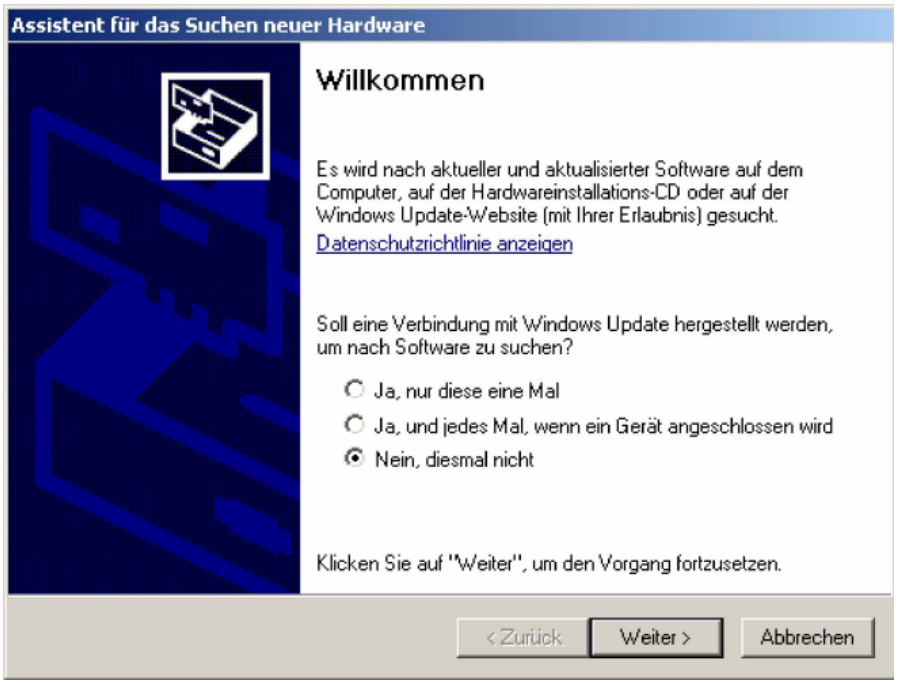

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Es wird nach aktueller und aktualisierter Software auf dem Computer, auf der Hardwareinstallations-CD oder auf der Windows Update-Website (mit Ihrer Erlaubnis) gesucht.
Datenschutzrichtlinie anzeigen
Soll eine Verbindung mit Windows Update hergestellt werden, um nach Software zu suchen?
Ja, nur diese eine Mal
Ja, und jedes Mal, wenn ein Gerät angeschlossen wird
Nein, diesmal nicht
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 3-4: Treiberinstallation, 2. Durchgang; Startfenster

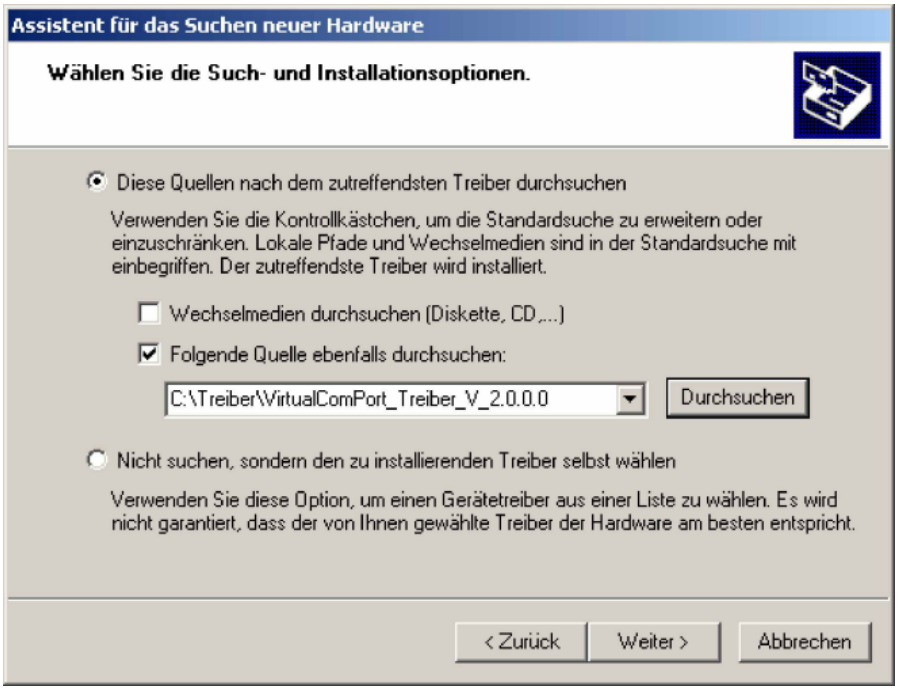

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Wählen Sie die Such- und Installationsoptionen.
Diese Quellen nach dem zutreffendsten Treiber durchsuchen
Verwenden Sie die Kontrollkästchen, um die Standardsuche zu erweitern oder einzuschränken. Lokale Pfade und Wechselmedien sind in der Standardsuche mit einbegriffen. Der zutreffendste Treiber wird installiert.
Wechselmedien durchsuchen (Diskette, CD,...)
Folgende Quelle ebenfalls durchsuchen:
C:\Treiber\VirtualComPort_Treiber_V_2.0.0.0
Durchsuchen
Nicht suchen, sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen
Verwenden Sie diese Option, um einen Gerätetreiber aus einer Liste zu wählen. Es wird nicht garantiert, dass der von Ihnen gewählte Treiber der Hardware am besten entspricht.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 3-5: Treiberinstallation; 2. Durchgang; Pfad

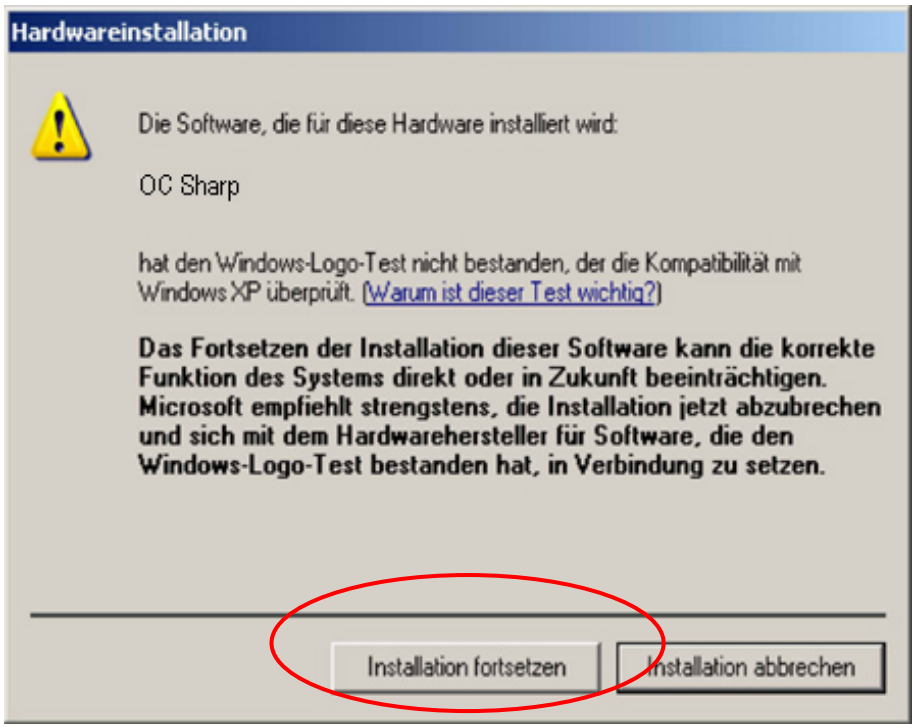

Hardwareinstallation
Die Software, die für diese Hardware installiert wird:
OC Sharp
hat den Windows-Logo-Test nicht bestanden, der die Kompatibilität mit Windows XP überprüft. (Warum ist dieser Test wichtig?)
Das Fortsetzen der Installation dieser Software kann die korrekte Funktion des Systems direkt oder in Zukunft beeinträchtigen. Microsoft empfiehlt strengstens, die Installation jetzt abzubrechen und sich mit dem Hardwarehersteller für Software, die den Windows-Logo-Test bestanden hat, in Verbindung zu setzen.
Installation fortsetzen
Installation abbrechen

Abb. 3-6: Treiberinstallation; 2. Durchgang; Fortsetzung

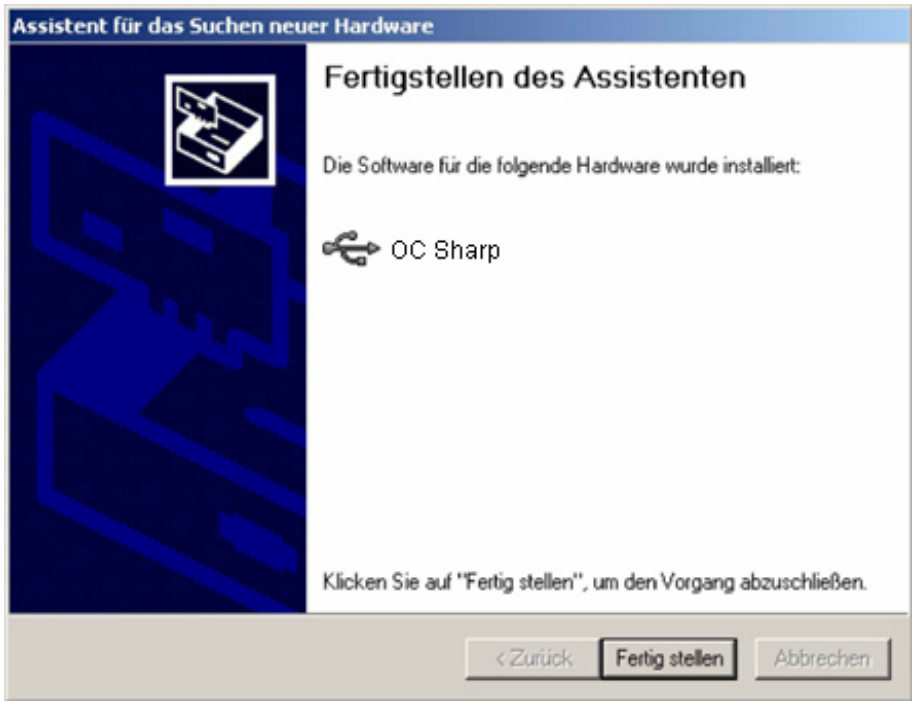

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
OC Sharp
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
< Zurück
Fertig stellen
Abbrechen

Abb. 3-7: Treiberinstallation; Fertigstellung

Einstellen des COM-Port

Die Nummer des verwendeten COM-Port ist unter dem Geräte-Manager ersichtlich (Einstellungen/ Systemsteuerung/ System/ Systemeigenschaften). Diese kann dort manuell festgelegt werden.

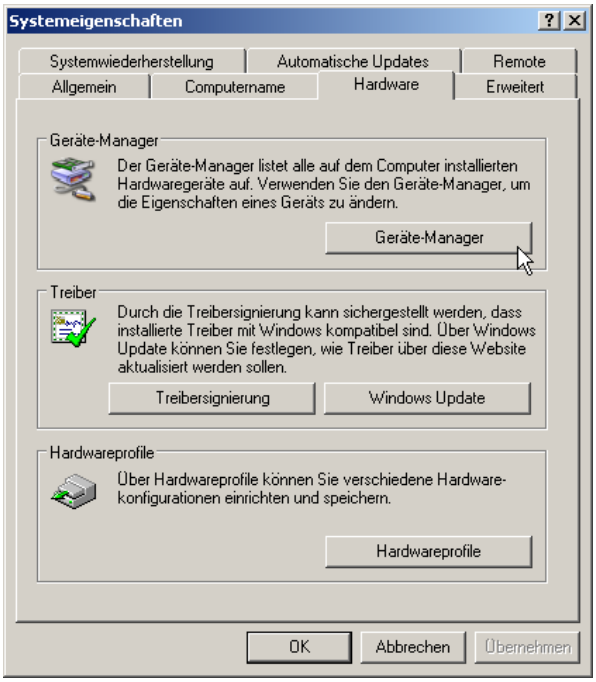


Abb. 3-8: Systemeigenschaften; Geräte-Manager

Im Geräte-Manager sind alle Systemeigenschaften ersichtlich.

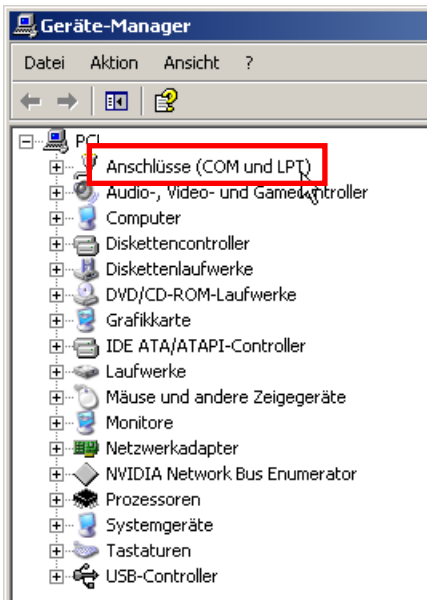


Abb. 3-9: Geräte-Manager; Übersicht

Ein Doppelklick auf *Anschlüsse (COM und LPT)* zeigt die aktuell verwendeten COM-Ports des Sensors.

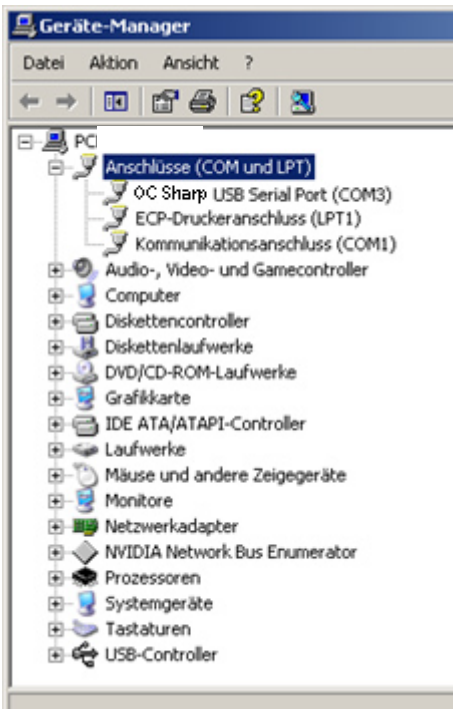


Abb. 3-10: Geräte-Manager; Aktueller serieller Anschluss

Der hier verwendete COM-Port für den Sensor ist COM3.

Die aktuelle Treiberversion kann von der SICK Homepage geladen werden.

4 Messung durchführen

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise bei der Distanz- bzw. Schichtdickenmessung näher erläutert.

Es handelt sich dabei um eine Punktmessung. Für Profil- oder Topographiemessungen wird der Messkopf mit entsprechenden Messeinrichtungen (z. B. 3D-Messsystem NEMESIS) über die Oberflächen geführt, sodass die Topographie und die Schichtdicke über einen bestimmten Bereich aus den nacheinander aufgenommenen Einzelmessungen zusammengesetzt werden kann.

Ablauf

Nach der Inbetriebnahme ist die Konfiguration des optischen Sensors der Messaufgabe entsprechend einzustellen. Die Einstellung der entsprechenden Parameter finden Sie im Kap. *5.3* ab Seite *44*.

Um höchste Genauigkeiten zu erreichen, wird nach der Inbetriebnahme (Kap. *3.1* auf Seite *25*) eine Warmlaufzeit von 10 Minuten empfohlen.

1. Dunkelabgleich durchführen.

Kap. *5.1* "Dunkelabgleich durchführen [Dark]" auf Seite *39*.

2. Messrate anzeigen, ggf. anpassen.

Kap.*5.2.1* "Messrate einstellen [S.Rate]" ab Seite *41*.

3. Betriebsart auswählen.

Kap. *5.3* "Betriebsart auswählen [select measuring mode]" ab Seite *53*.

4. Konfiguration prüfen, ggf. anpassen (z. B. Messkopf etc.).

Kap. *5.3* "Gerät konfigurieren [Config]" ab Seite *44*.

Ausführliche Informationen zu den entsprechenden Messungen für Schichtdicke finden Sie in dem folgenden Kapitel *4.1* beschrieben.

4.1 Chromatische Abstandsmessung

Betriebsart 1
(mode 0)

Um einen Abstand zu messen, muss eine Oberfläche in den Messbereich des Messkopfs gebracht werden. Der ungefähre Messabstand zur Oberfläche ist durch den Messkopf vorgegeben.
Ist am Gerät die Betriebsart 1 (confocal, 1 surface) eingestellt, so erscheint nach dem Einschalten des Geräts die Anzeige.

Im Messbereich des Sensors befindet sich keine Oberfläche. Die Intensität ist "0" und es wird kein Abstand gemessen.

Für den ersten Messversuch sollte eine gut reflektierende Oberfläche (z. B. eine Münze) verwendet werden.

Der kleine Messbereich des 300 µm-Messkopfs erfordert beispielsweise entweder eine sehr ruhige Hand oder aber eine Positioniereinrichtung mit Feinverstellung in Z-Richtung (Höhe), in die der Messkopf eingesetzt wird.

Ist der Abstand des Messkopfs zu einer Oberfläche so eingestellt, dass die Oberfläche im Messbereich liegt, ändert sich die Anzeige.

Intensität

Das linke Balkendiagramm stellt die Intensität des Messsignals in einer logarithmischen Skalierung dar. Darunter wird die Intensität als Zahlenwert zwischen 0 und 998 in relativen Einheiten angegeben. Wenn die Intensitätsanzeige 999 anzeigt und blinkt, ist der Sensor übersteuert. In diesem Fall kann zwar gemessen werden, jedoch ist die Genauigkeit eingeschränkt.

Abstand

Das rechte Balkendiagramm zeigt in einer linearen Skalierung den aktuellen Messwert. Unter dem Balkendiagramm wird der gemessene Abstand als Zahl in [µm] ausgegeben.

Messbereich

Der Abstand der Oberfläche innerhalb des Messbereiches beträgt im oben dargestellten Bild 120 µm. Bei weiterer Annäherung des Messkopfs wird die angezeigte Distanz [µm] kleiner. Bei Verschieben des Messobjekts, dessen Oberfläche gemessen wird, kann am Display die Variation der Distanzanzeige beobachtet werden (nur im Messbereich).

Wird der Abstand zu einer Oberfläche mit geringem Reflexionsvermögen gemessen, kann die Intensität des reflektierten Lichts zu klein sein. Dann muss die Messrate verringert werden (Kap. *1* ab Seite *41*). Umgekehrt können bei Übersteuerung des Sensors (Intensitätsanzeige: 999, blinkend) Messfehler auftreten.
Bei Übersteuerung ist daher eine höhere Messrate zu wählen.
Beachten Sie hierzu die Hinweise für die Schwellenwert Intensität (*Kap. 5.3* ab Seite *44*).

4.2 Chromatische Schichtdickenmessung

Betriebsart 2
(mode 1)

In Betriebsart 2 (Schichtdicke) kann die Dicke einer transparenten Schicht gemessen werden, wenn sich beide Grenzflächen dieser Schicht im Messbereich des Messkopfs befinden.

Ist Betriebsart 2 (confocal, 2 surfaces) eingestellt, so erscheint nach dem Einschalten des Geräts die Anzeige.

Diese Anzeige gibt an, dass sich eine transparente Schicht der Dicke 115,24 µm im Messbereich des Messkopfs befindet.

Befindet sich die Schicht in der unteren Hälfte des zur Verfügung stehenden Messbereichs, ist der dargestellte Balken, dessen Breite der Schichtdicke entspricht, links von der Mitte der Balkenanzeige.

Intensität

Wird eine transparente Schicht (z. B. Wandstärke einer Glasflasche) gemessen, so ist die Intensität des Reflexes der oberen Grenzschicht in der Regel größer als die des Reflexes der unteren Grenzschicht.

Misst man hingegen z. B. die Dicke einer Lackschicht auf einem polierten Blech, so ist die Intensität des Reflexes von der oberen Grenzschicht klein, die des Reflexes der unteren Grenzschicht dagegen groß.

Schichtdicke

Bei der chromatischen Schichtdickenmessung zeigt das Display die gemessene Schichtdicke in [µm] an.

Im Allgemeinen ist der Brechungsindex von transparenten Materialien nicht über den ganzen sichtbaren Wellenlängenbereich konstant. Sein Verlauf kann aber durch die Angabe einer mittleren Brechzahl n_d und die Angabe der Abbe-Zahl v_d für technische Anwendungen hinreichend gut angenähert werden. Dies ist beim Sensor möglich (Kapitel *5.3.8*, ab Seite *53)*. Neben den dispersiven Eigenschaften des Materials spielen auch die geometrischen Eigenschaften des transparenten Materials, wie z. B. die Krümmung der oberen Grenzfläche bei der Messung von Linsen, eine Rolle für die Genauigkeit der Messung. Diese zusätzliche geometrische Korrektur kann durch eine spezielle Software auf dem angeschlossenen Rechner durchgeführt werden. Hiermit lassen sich genaueste Messungen der Absolutdicke transparenter Materialien erreichen.

Die Software kann bei SICK bestellt werden.

Material / **Eigenschaft**	**Polymethyl-methacrylat** PMMA	**Polycarbonat** PC	**Cycloolefin-Polymere** COP	**Cycloolefin-Copolymere** COC	**Glas** BK7
Handelsname	*Plexiglas*	*Makrolon*	*Zeonex*	*Topas*	--
Brechzahl [$\mathbf{n}_d$]	1,49	1,59	1,53	1,53	1,52
Abbe Zahl [$\mathbf{v}_d$]	61	34	56	58	64
Dichte [g/cm^3]	1,2	1,2	1,01	1,02	2,5

Tab. 4-1: Beispiel, Abbe-Zahlen (Kunststoff, optisches Glas)

Solange ein Brechungsindex von n = 1 (Defaultwert) eingestellt ist, wird die Brechung des Lichts beim Eintritt in die zu messende Schicht nicht berücksichtigt und der angezeigte Wert ist im konfokalen Messmodus kleiner, im interferometrischen Messmodus jedoch größer als die tatsächliche

Schichtdicke des Messobjekts. Der Wert der Schichtdicke kann durch nachträgliche Multiplikation (konfokale Messung) bzw. Division (interferometrische Messung) mit der spezifischen Brechzahl (n_d) des Messobjekts ermittelt werden.

Bei der chromatischen Schichtdickenmessung ist zu beachten, dass bei der Messung einer Grenzfläche mit zu geringer Reflektivität die Intensität des reflektierten Lichts zu klein sein kann. Dann muss die Messrate reduziert werden. Umgekehrt muss wegen möglicher Messfehler auch eine Übersteuerung des Sensors bei Messungen an hochreflektierenden Grenzflächen vermieden werden. Bei Übersteuerung ist daher eine höhere Messrate einzustellen. Beachten Sie die Hinweise in den Abschnitten Messrate einstellen (*Kap. 1* ab Seite *41*) sowie die Hinweise für die Schwellenwert Intensität (*Kap. 5.3* ab Seite *44*).

4.3 Interferometrische Schichtdickenmessung

Betriebsart 3
(mode 2)

Um eine Schichtdicke zu messen, muss die zu messende Schicht in den Messbereich gebracht werden. Der ungefähre Messabstand zur Oberfläche ist durch den Messkopf vorgegeben.

Ist Betriebsart 3 (**interfer. thickness**) eingestellt, so erscheint nach dem Einschalten des Geräts z. B. die Anzeige:

Anzeige

Am Display wird sowohl numerisch, als auch als Balkendiagramm angezeigt:

- **I:** die Intensität des reflektierten Lichts
- **Q:** die Qualität des stärksten Messsignals (Kap. *5.3.6* ab Seite *51*) und
- **T(µm):** die Dicke der zum stärksten Messsignal gehörenden Schicht.

Das Gerät misst bis zu 3 unterschiedliche Schichtdicken gleichzeitig, wobei sich die zu den Schichten gehörenden optischen Weglängen um mindestens 2,5 µm unterscheiden müssen.

Schichtdicke

Die geometrische Schichtdicke wird jedoch nur dann angezeigt, wenn bei der Auswahl der Betriebsart (Kap.*5.3*, Seite *44* Abschnitt "Betriebsart 3") der spezifische Brechungsindex des Messobjekts eingestellt wurde. Wenn die Messung mit n=1 durchgeführt wurde, müssen die Messwerte anschließend durch n dividiert werden.

Achten Sie darauf, dass sich der eingegebene Brechungsindex **nur** auf die Anzeige am Display und **nicht** auf den an der Schnittstelle ausgegebenen Wert auswirkt.

Die Dispersionskorrektur über die Abbe-Zahl bleibt aber erhalten.

In der oberen Anzeigenzeile wird ein senkrechter Strich angezeigt, der mit wachsender Schichtdicke nach rechts wandert.

Befinden sich innerhalb des aktiven Messbereiches mehrere transparente Schichten, so werden bis zu drei senkrechte Striche dargestellt, deren Längen proportional zur Qualität des jeweiligen Messsignals sind.

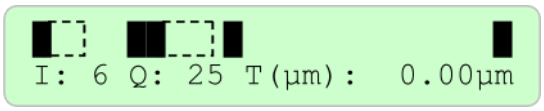
Einschränkung des Messbereiches

Durch Begrenzen des aktiven Messbereiches ist es möglich, auch einen anderen Messwert als den mit der besten Qualität (Kap. *5.3.6*, ab Seite *51*) anzuzeigen. Dazu wird der Messbereich so eingeschränkt, dass der Messwert bester Qualität nicht mehr innerhalb bestimmter Grenzen liegt.

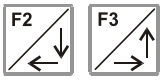
Der Qualitätswert bei der interferometrischen Schichtdickenmessung sollte wenigstens 25 betragen.

Messbereich

Im interferometrischen Messmodus wird durch 2 x **[F4]** die Messbereichsbegrenzung ein- oder ausgeschaltet. Bei eingeschalteter Messbereichsbegrenzung wird die Begrenzung des Messbereiches durch massive Balken in der Anzeige sichtbar gemacht.



Ist die Begrenzung nicht aktiv, werden die Bereichsgrenzen durch Linien angezeigt.



Mithilfe von **[F2]** / **[F3]** wird entweder die Untergrenze oder die Obergrenze nach links bzw. rechts verschoben.

Beim Einstellen der unteren Messbereichsgrenze wird z. B. "*Low Limit: 59.6 µm, activ*" angezeigt.

Dies bedeutet, dass die Messwerte von Schichten dünner als 59,6 µm nicht angezeigt werden. Entsprechend gilt dies auch für die Obergrenze.

2 x

Mit **[F4]**, doppelte Bestätigung, wird festgelegt, welche der Bereichsgrenzen sich verschieben lassen, die Unter- oder die Obergrenze.

Das Verschieben der Bereichsgrenzen kann bei eingeschalteter und abgeschalteter Messbereichsbegrenzung erfolgen.

Änderungen an der Messbereichsbegrenzung werden durch die Tastenfolge **[F1]** – **[F4]** –**[F1]** – **[F4]** dauerhaft gespeichert.
Es gibt kein automatisiertes Speichern. Änderungen gehen ohne die Tastenbefehle beim Ausschalten des Geräts verloren.

Schichtsystem

Die interferometrische Schichtdickenmessung ermöglicht nicht nur die Messung der Dicke einer einzelnen transparenten Schicht wie z. B. einer Folie, sondern auch Schichtsysteme.

Mehrere Schichten

Wird ein Schichtsystem, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden Schichten gemessen, so misst der Sensor 3 Schichtdicken, die beiden Einzelnen und die Gesamtschichtdicke.

Wichtig ist neben der notwendigen Transparenz der zu messenden Schichten, dass sich die Brechzahl zwischen aufeinander folgenden Schichten ändert. Es muss ein hinreichend hoher Reflexionsgrad an der Grenzfläche auftreten. Je stärker sich die Brechzahl an einer Grenzfläche ändert, desto mehr Licht wird reflektiert.

Beispiele

Messobjekte für die Schichtdickenmessung

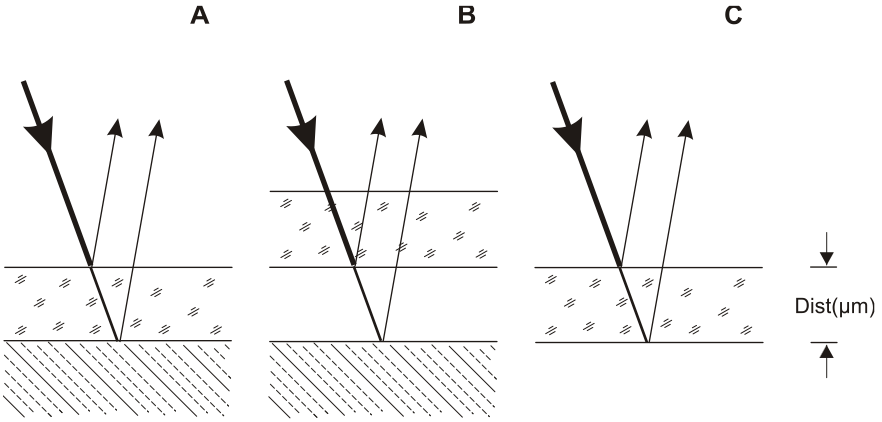


Abb. 4-1: Interferometrische Schichtdickenmessung

A Transparente Schicht auf reflektierendem Substrat

B Luftspalt zwischen transparenter Schicht und reflektierendem Substrat

C Dünnes transparentes Messobjekt

Aus dem Spektrum des reflektierten Lichts und der Brechzahl des Schichtmaterials kann dann die Schichtdicke bestimmt werden.

Messabstand so wählen, dass das aus dem Messkopf austretende Lichtbündel auf einen Punkt auf dem Messobjekt fokussiert wird, damit möglichst viel reflektiertes Licht als Messsignal zur Verfügung steht (Messrate, Kapitel *5.2.1* ab Seite *42*).

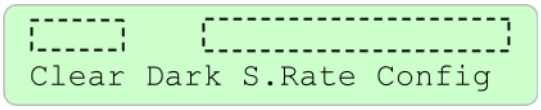
5 Konfiguration

Die Konfiguration umfasst neben anderen die Auswahl der Messrate, der Betriebsart (Messmodus) und der Schnittstellen-Parameter.
Es bestehen drei Möglichkeiten, das Gerät zu konfigurieren:

- Manuell mithilfe der Funktionstasten **[F1]** ... **[F4]**, am Bedienfeld,
- über die RS-232/RS-422-Schnittstelle (Kap. *1* auf Seite *78*) und
- über die USB-Schnittstelle (Kap. *1* auf Seite *78*).

Im Folgenden wird die Konfiguration mithilfe der Funktionstasten beschrieben und Empfehlungen für geeignete Einstellungen der Menüs und deren Funktionen gegeben.

Hauptmenü mit **[F1]** aufrufen.



Jede der vier in diesem Menü dargestellten Funktionen entspricht jeweils einer der am Bedienfeld darunter angeordneten Funktionstasten.

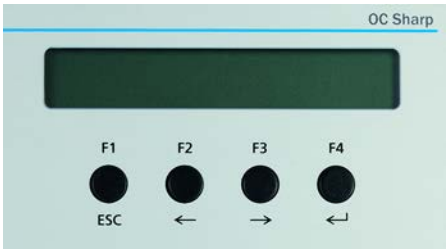


Abb. 5-1: Funktionstasten

Hauptmenü

Für die Konfiguration stehen folgende Menüs zur Auswahl:

[F1] Clear
schließt das Hauptmenü

[F2] Dark
startet den Dunkelabgleich des Sensors, um den Einfluss des Dunkelsignals zu kompensieren (Kap. *5.1* ab Seite *39*)

[F3] S.Rate
"Messrate", Parameter, mit dem der Sensor den Abstand bzw. die Schichtdicke aufnimmt (Kap.*5.2* ab Seite *41*)

[F4] Config
Konfigurationsmenü: Sensor-, Schnittstellen- und Geräteparameter, Service-Funktionen (Kap. *5.3* ab Seite *44*).

5.1 Dunkelabgleich durchführen [Dark]

Auch wenn sich keine Oberfläche im Messbereich des Messkopfs befindet, ist das Signal der CCD-Zeile des Sensors nicht Null. Dieses Dunkelsignal, das auf Streulicht im Faserkoppler, Reflexionen an den Fasersteckern und das Umgebungslicht zurückzuführen ist, begrenzt die Messdynamik des Sensors. Um den Einfluss des Dunkelsignals zu eliminieren, wird ein Dunkelabgleich des

Sensors vorgenommen.

Der Dunkelabgleich wird werkseitig vor Auslieferung des Geräts durchgeführt, muss aber immer nach Auswechseln eines Messkopfs oder der optischen Faser wiederholt werden. Auch wenn das Gerät Messwerte anzeigt, obwohl kein Messobjekt im Messbereich ist, muss ein Dunkelabgleich durchgeführt werden.

Schneller Dunkelabgleich über Schnittstelle

Das Gerät wird als Messwertaufnehmer in einer Messeinrichtung mit automatischer Ablaufsteuerung eingesetzt und über die serielle RS-232/RS-422- oder USB-Schnittstelle konfiguriert.
Führen Sie vor jedem Messablauf den Dunkelabgleich (**$FDK**) durch (Kap. *9.3* ab Seite *92*).

Beachten Sie, dass beim Durchführen des Dunkelabgleichs das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht (Warmlaufzeit ca. 10 Minuten, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur) und sich innerhalb des Messbereiches des Messkopfs **kein** Messobjekt befindet.
Der Messkopf darf **nicht** direkt auf eine Lichtquelle gerichtet sein!

Dunkelabgleich

Mit **[F1]** Hauptmenü aufrufen.

```
Clear Dark S.Rate Config
```

Mit **[F2] Dark** aufrufen. Soll das Dunkelsignal erfasst werden?

```
Acqu. of dark signal
     No        Yes
```

Mit **[F4] Yes** den Dunkelabgleich starten.

```
Acqu. of dark signal
Taking dark reference!
```

Anzeige zum Dunkelabgleich

Nach dem Dunkelabgleich wird der Wert des erfassten Streulichts angezeigt. Dieser ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig, z. B. Verschmutzung der Faserendflächen, Faserlänge. Lichtquelle. Je kleiner der ausgegebene Wert, desto weniger Streulicht beeinflusst die Messdynamik des Sensors.

Der ausgegebene Wert gibt die geringstmögliche Messrate in Hz wieder. Dieser sollte unter 150 liegen. Je mehr Streulicht von den Faserendflächen reflektiert wird, desto höher ist diese Zahl (Kap. *1*, ab Seite *86*).

Wird beim Dunkelabgleich zu viel Streulicht erfasst, beispielsweise nach einem Wechsel oder Neuanschluss des Messkopfs, sind verschmutzte Faserendflächen oft die Ursache.

Nach dem Dunkelabgleich schaltet das Gerät in das Hauptmenü.

Informationen zum Reinigen der optischen Faserendflächen finden Sie im Kapitel "Wartung" (Kap. *1* ab Seite *86*).

Kommando: **$DRK**

5.2 Messrate einstellen

Mit der Messrate wird eingestellt, die Menge der erfassten Messwerte pro Zeiteinheit. Bei einer eingestellten Messrate von 4000 Hz werden in jeder Sekunde 4000 Messwerte erfasst. Hilfreich beim richtigen Einstellen ist die Intensitätsanzeige.

Einstellbereich

Mit möglichst hoher Messrate messen, um viele Messwerte in kurzer Zeit zu erfassen.

Messrate reduzieren, bei Oberflächen mit sehr geringem Reflexionsvermögen. Dadurch wird die CCD-Zeile des optischen Sensors länger belichtet und die Messung bei sehr geringer reflektierter Intensität ist möglich.

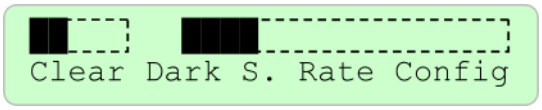
Eine Übersteuerung der CCD-Zeile bei hochreflektierenden Oberflächen und kleiner Messrate kann zu Messfehlern führen. Falls die Intensitätsanzeige "**Int: 999**" blinkend angezeigt wird, liegt eine Übersteuerung vor. Bei Übersteuerung sollte die nächst höhere Messrate eingestellt werden.

Bei maximaler Messrate (4000 Hz) kann die reflektierte Intensität verringert werden:

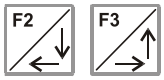
- indem der Messkopf in den oberen oder unteren Grenzbereich des Messbereiches positioniert wird
- indem die Belichtungszeit manuell reduziert oder die Autoadapt-Funktion eingeschaltet wird (Kap. *5.3.9*, ab *Seite 57*)

*Wird der letzte Punkt durchgeführt, so ist **unbedingt** ein **Dunkelabgleich** erforderlich!*

5.2.1 Messrate festlegen [S.Rate]



Es wird die aktuelle Messrate angezeigt, z. B. 1000 Hz.



Die Messrate kann schrittweise mit **[F2]** zum nächst kleineren bzw. mit **[F3]** zum nächst höheren Wert verändert werden (32, 100, 320, 1000, 2000, 3200, 4000).

Mit **[F4]** die Auswahl bestätigen.

Kommando: **$SRA<index der Messrate>**

5.2.2 Belichtungsmodus anpassen [free/double Exposure]

Doppelbelichtungsmodus: vermessen von Flächen mit wechselnden Oberflächen unterschiedlicher Reflektivität in einem Messgang.

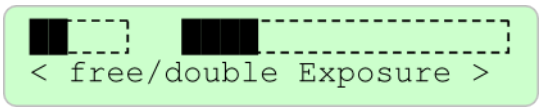
Belichtungszeit

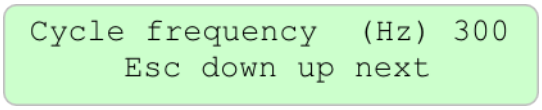
Gesamtmessrate bzw. Periodendauer einstellen. Es werden zwei Messungen mit unterschiedlicher Belichtungszeit durchgeführt.
Die Gesamtmessrate reicht von 950 Hz bis 5 Hz, mit entsprechenden Belichtungszeiten von 1 ms (z. B. blankes Metall)
bis 200 ms (z. B. schwarze Flächen).

Doppelbelichtungsmodus

Ablauf

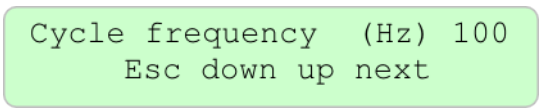
Belichtungsmodus aufrufen.
[F1] > **[F3] S.Rate** > **[F3] free/double Exposure** auswählen.





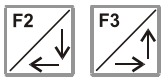
Mit **[F2]** / **[F3]** und **[F4]** Gesamtmessrate einstellen.
Maximal 950 Hz, dies entspricht einer Belichtungszeit von 1 ms.

Mit **[F1]** die Eingabe beenden. Es startet die Sicherheitsabfrage.



```
Accept value?          100
     No         Yes
```

Mit **[F4]** die Eingabe bestätigen. Folgende Anzeige erscheint.




```
Double Exposure cycle:
Set E.time ratio: 10/90%
```

Das Verhältnis der Belichtungszeiten schrittweise verändern mit **[F2]** oder **[F3]**.

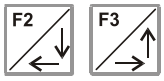
Für eine Gesamtmessrate (**cycle frequency**) von 100 Hz (Belichtungszeit = 10 ms) kann diese sich begrenzt beliebig aufteilen.
Bei 100 Hz ist das kleinst mögliche, einstellbare Verhältnis 5/95 % mit den Belichtungszeiten 0,5/4,5 ms usw.

Beispiel:
Verhältnis 10/90 %, entspricht den Belichtungszeiten 1/9 ms oder
Verhältnis 23/77 % entspricht den Belichtungszeiten 2,3/7,7 ms.

Kommando: **$DCY**< kürzeres Belichtungsintervalls in %>

Frei einstellbare Messrate

Hauptmenü aufrufen.
[F1] > **[F3] S.Rate** > **[F3] free/double Exposure: [F4]** >**[F1]** auswählen.




```
< free/double Exposure >
```

Mit **[F2]** / **[F3] Set E.time ratio:100/0%** auswählen.

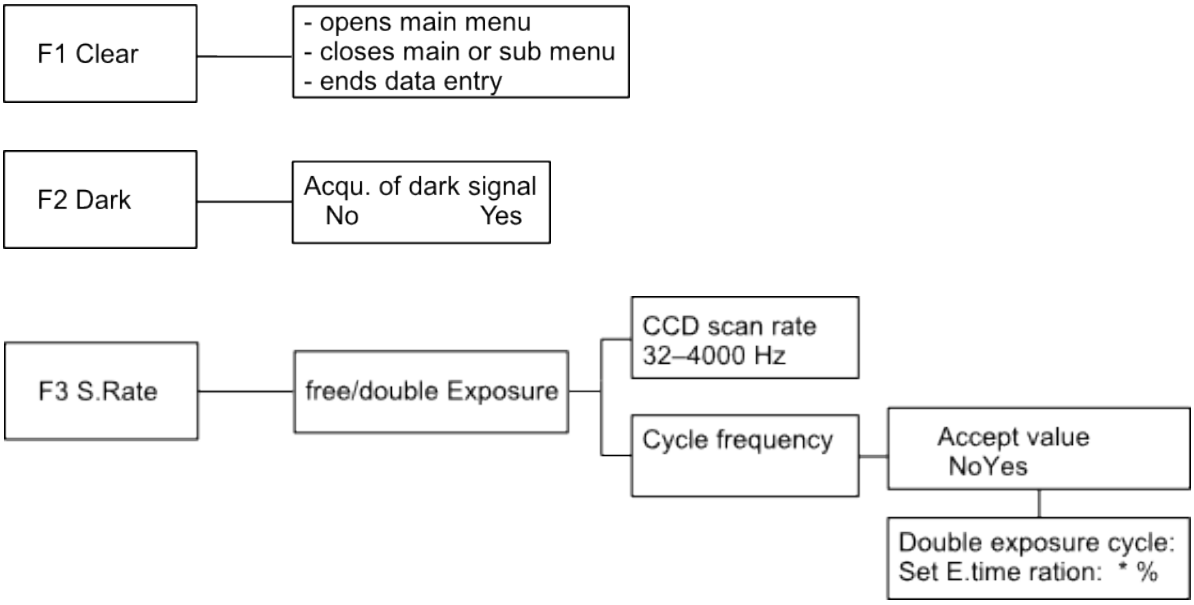
Die "Frei einstellbare Messrate" ist vorteilhaft gegenüber der Messrate (**S.Rate** *Kap. 5.2.1* auf Seite *42*) bei der die **CCD-Scanrate** nur in diskreten Werten eingestellt werden kann.
Über das Dialogfenster **cycle frequency** kann die Messrate in 1 Hz-Schritten, im Bereich von 5 Hz bis zur maximalen Messrate von 4000 Hz, variiert werden.

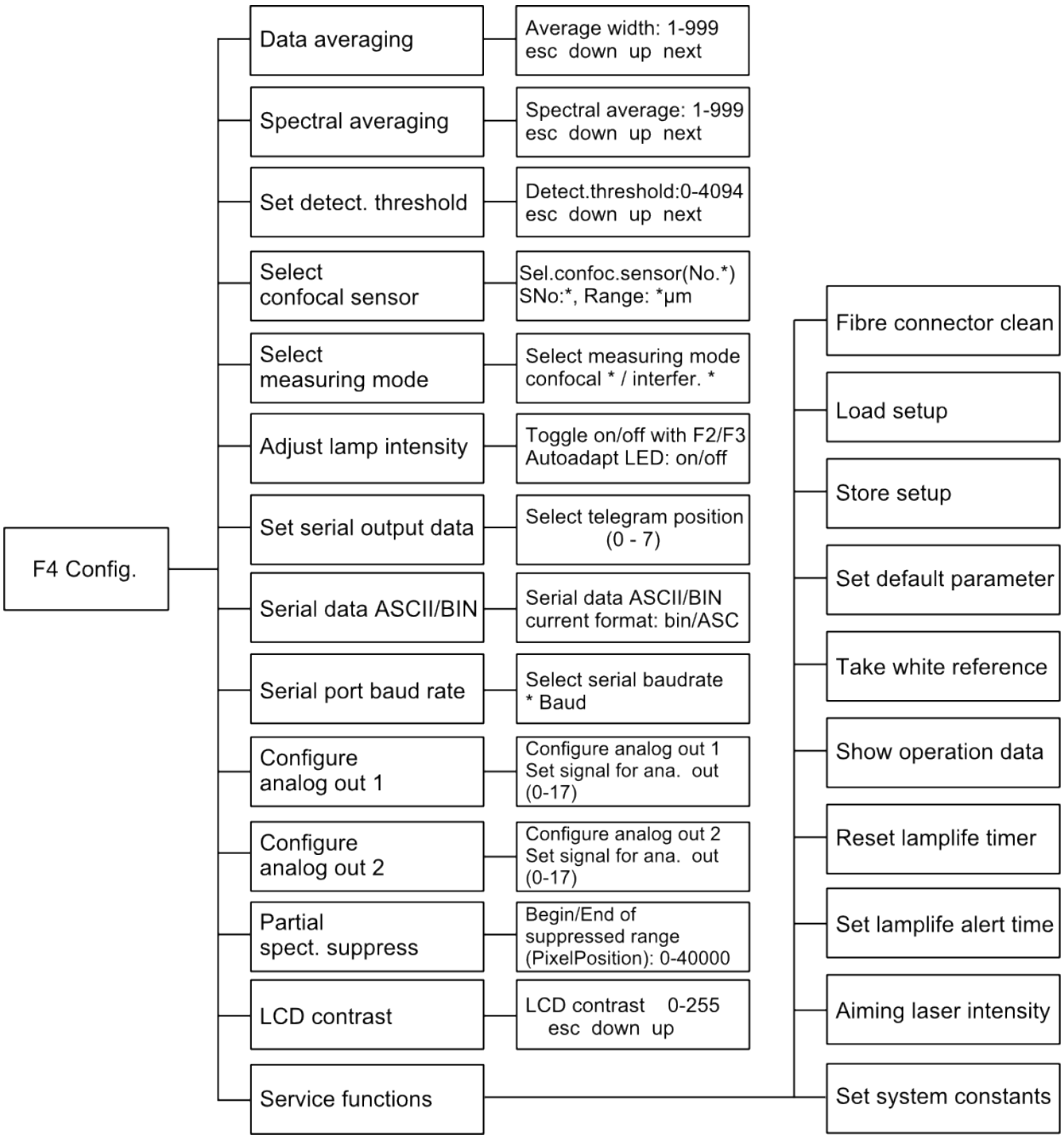
Kommando: **$SHZ**< Messrate in Hz

5.3 Gerät konfigurieren [Config]

5.3.1 Menüstruktur

***** Wert abhängig von Messkopf, Verbindungsart, Messmethode etc.




F4 Config.
Data averaging
Average width: 1-999
esc down up next
Spectral averaging
Spectral average: 1-999
esc down up next
Set detect. threshold
Detect.threshold:0-4094
esc down up next
Select
confocal sensor
Sel.confoc.sensor(No.*)
SNo:*, Range: *µm
Select
measuring mode
Select measuring mode
confocal * / interfer. *
Adjust lamp intensity
Toggle on/off with F2/F3
Autoadapt LED: on/off
Set serial output data
Select telegram position
(0 - 7)
Serial data ASCII/BIN
Serial data ASCII/BIN
current format: bin/ASC
Serial port baud rate
Select serial baudrate
* Baud
Configure
analog out 1
Configure analog out 1
Set signal for ana. out
(0-17)
Configure
analog out 2
Configure analog out 2
Set signal for ana. out
(0-17)
Partial
spect. suppress
Begin/End of
suppressed range
(PixelPosition): 0-40000
LCD contrast
LCD contrast 0-255
esc down up
Service functions
Fibre connector clean
Load setup
Store setup
Set default parameter
Take white reference
Show operation data
Reset lamplife timer
Set lamplife alert time
Aiming laser intensity
Set system constants

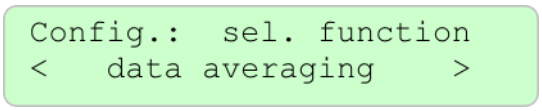
5.3.2 Konfigurieren

- Konfiguration mithilfe der Funktionstasten
- Empfehlungen für Einstellungen der Menüs und deren Funktionen

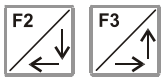
Konfigurationsmenü aufrufen

Ablauf

[F1] > **[F4] Config** auswählen.



data averaging (erster Eintrag) wird angezeigt.

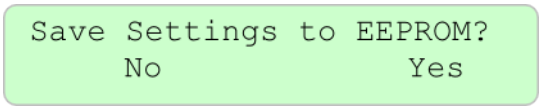


Mit **[F2]** bzw. **[F3]** innerhalb des Konfigurationsmenüs zwischen den verschiedenen Funktionen rauf- / runterblättern.

Mit **[F4]** die ausgewählte Funktion aufrufen.

Konfiguration speichern

Abfrage nach dem Verlassen des Konfigurationsmenüs: sollen die durchgeführten Änderungen gespeichert werden?



Anschließend Rückkehr zum Hauptmenü.

Speichern

Abfrage mit **[F4]** bestätigen. Die geänderte Konfiguration wird in einem EEPROM gespeichert und steht nach Aus-/Einschalten des Geräts zur Verfügung.

Abbrechen

Abfrage mit **[F1]** bestätigen. Die geänderte Konfiguration bleibt nur bis zum Ausschalten des Geräts erhalten. Nach erneutem Einschalten liegt wieder die letzte abgespeicherte Konfiguration vor.

Konfigurationsmenü Die Auswahlmöglichkeiten des Konfigurationsmenüs **Config** sind:

Menü	Betriebsart			Funktion
	1	2	3	
data averaging	✓	✓	✓	Messwert: Mittelwertbildung (1 ... 999)
spectral averaging	✓	✓	✓	Spektrum: Mittelwertbildung (1 ... 999)
set detect. threshold	✓	✓	×	Wahl eines Schwellenwerts für die Intensität
set Q threshold	×	×	✓	Schwellenwert für die Qualität
set display hold time	×	×	✓	Hält die Anzeige für bestimmte Zeit
select used CCD range	×	×	✓	Wahl des nutzbaren Wellenlängenbereichs
select confocal sensor	✓	✓	×	Wahl des Messkopfs
select measuring mode	✓	✓	✓	Wahl der Betriebsart (1: Abstand, 2: Dicke, 3: Dicke, interf.)
adjust lamp intensity	✓	✓	✓	Einstellwerte: Spannung bzw. Helligkeit der Lichtquelle
set serial output data	✓	✓	✓	Auswahl der über RS-232/RS-422 und USB übertragenen Daten
serial data ASCII/BIN	✓	✓	✓	Wahl der RS-232/RS-422-Datenstruktur
serial port baud rate	✓	✓	✓	Übertragungsrate USB (fest 921,6 kB) oder RS-232/RS-422
configure analog out 1	✓	✓	✓	Konfiguration des Analogausganges 1
configure analog out 2	✓	✓	✓	Konfiguration des Analogausganges 2
partial spect. Supress	✓	✓	×	Gezieltes Ausblenden von Spektralbereichen
LCD contrast	✓	✓	✓	Display-Kontrasteinstellung
Service function	✓	✓	✓	Tabelle "Service-Funktionen"

Tab. 5-1: Menü – Konfiguration, Funktionen

Menüs / Funktionen sind nur aktiv, wenn vorher Betriebsarten 1, 2 oder 3 eingestellt wurde (**select measuring mode**, Kap. *5.3.8* ab Seite *53*).

Service-Funktionen:

Menü	Betriebsart			Funktion
	1	2	3	
Fiber connector clean	✓	✓	✓	Anzeige des aktuell über die Faseranschlussdose zurückkommenden Lichts in %,
Load setup	✓	✓	✓	Gespeicherte anwenderspezifischer Setup-Daten laden
Store setup	✓	✓	✓	Abspeichern anwenderspezifischer Setup-Daten
Set default parameter	✓	✓	✓	Zurücksetzen auf Standardeinstellung (Defaultparameter)
take white reference	✓	✓	✓	Erfassen der "Weiß-Referenz"
Show operation data	✓	✓	✓	Anzeige von Gesamt- und Lampenbetriebsstunden, Anzahl Startvorgänge
Reset lamplife timer	✓	✓	✓	Setzt Lampenstunden zurück auf 0
Set lamplife alert time	✓	✓	✓	Alarmzeit einstellen
Set system constants	✓	✓	✓	Platzhalter für die Wahl verschiedener Lichtquellen

Tab. 5-2: Menü – Servicefunktionen, Funktionen

5.3.3 Messwert-Mittelwertbildung [data averaging]

Unter **data averaging** wird die Anzahl von nacheinander aufgenommenen Einzelmessungen eingestellt, die zu einem Messwert gemittelt werden. Dieser Messwert wird angezeigt und gegebenenfalls über die Schnittstellen übertragen.

Die angezeigte, bzw. übertragene Intensität ist ebenfalls über die Einzelmessungen gemittelt.

Mittelwertbildung Messwert aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F4]**...: **data averaging** auswählen.

```
Config.:  sel. function
<   data averaging    >
```

data averaging zeigt die aktuelle Anzahl von Messwerten an, die zu einem Mittelwert zusammengefasst werden.

```
average width:       001
    esc down up next
```

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern;
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen;
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Standardmäßig ist keine Mittelwertbildung (Default 001) im Gerät eingestellt. In der Default-Einstellung wird die maximale Anzahl von Messwerten angezeigt, entsprechend der eingestellten Messrate.

Anzahl der Mittelungen erhöhen, um Vibrationen einer Messprobe auszugleichen.

Kommando: **$AVD**< Mittelung>

5.3.4 Spektren-Mittelwertbildung [spectral averaging]

spectral averaging mittelt die aufgenommenen Spektren vor der Auswertung.

Menü / Funktion ist nur in **Betriebsart 3**, bei dem interferometrischen Messverfahren von Bedeutung.
Um vorhandene störende Frequenzen des Messsignals zu unterdrücken, wird vor den Berechnungen der Schichtdicke gemittelt.

Mittelwertbildung Spektren aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]**...: **spectral averaging** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< spectral averaging   >
```

```
average width:       001
    esc down up next
```

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Defaultwert = 001.

Diesen Wert für Betriebsart 1 und Betriebsart 2 beibehalten.
Eine Veränderung beeinflusst nur die Mittelwertbildung. Dies wird unter **data averaging** eingestellt.

Im Doppelbelichtungsmodus ist eine Spektrenmittelung nicht möglich.

Kommando: **$AVS**< Mittelung>

5.3.5 Schwellenwert Intensität [set detect. Threshold]

Unter **set detect. threshold** kann der Wert für die Schwelle zwischen dem Rauschen und dem Mess-Signal eingestellt werden.
Unterhalb dieses Schwellenwerts werden gefundene Peaks als ungültig erkannt und am Display der Messwert "**0**" angezeigt.

Menü/ Funktion ist **nur** in **Betriebsart 1** und **Betriebsart 2** aktiv, bei den chromatischen Messverfahren.

Schwellenwert Intensität aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]**...: **set detect. threshold** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< set detect. threshold
```

```
detect.-threshold:  0035
     esc down up next
```

Am Display wird der aktuelle Schwellenwert angezeigt.

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Für eine gültige Messung sollte sich der Intensitätswert über 0 und unter 999 befinden, ansonsten muss die Messrate geändert werden (Kap. *4.2* ab Seite *41*).

Wird der Abstand zu einer Oberfläche mit geringem Reflexionsvermögen gemessen, kann die Intensität des reflektierten Lichts zu klein sein und die Messrate muss verringert werden.
Für Messraten **unter 1 kHz** wird ein Schwellenwert von **40** empfohlen. Damit wird verhindert, dass Messwerte mit zu geringer Intensität, welche sich nur geringfügig aus dem Rauschen abheben, die Messung verfälschen.
Bei Messraten **von 1 kHz und höher** ist ein Schwellenwert von **15** sinnvoll, um die Dynamik des Geräts voll auszunutzen.

Kommando: **$THR**< Qualitätswert>

Intensitätsbereich

Wird ein zu **hoher** Schwellenwert eingestellt, so werden Bereiche der zu untersuchenden Oberfläche, von denen wegen des Reflexionsvermögens oder der Neigung nur wenig Licht reflektiert wird, als ungültig erkannt.

Ein zu **kleiner** Schwellenwert führt zu zufälligen Ergebnissen, wenn kein oder nur ein sehr schwaches Signal auf die CCD-Zeile auftrifft.

Relativ-Einheit, Auflösung

Die Intensität wird in relativen Einheiten gemessen. Geräteintern wird die Intensität mit 12 bit Auflösung als Zahlenwert zwischen "0" und "4095" bestimmt und so auch über die Schnittstellen (RS-232/RS-422, USB) übertragen.

Am Display wird die Intensität zwischen "0" und "999" angezeigt, wobei der Wert "999" am Display dem internen Wert "4095" entspricht.

Die Abstandsmessung zu einer Oberfläche mit dem optischen Sensor beruht auf der spektralen Auswertung des von der Oberfläche reflektierten Lichts. Das Spektrum des reflektierten Lichts zeigt einen ausgeprägten Peak. Für die Abstandsmessung wird die Wellenlänge, bei der dieser Peak auftritt, ermittelt. Die Intensität der Peaks ist für die Messung ohne Belang, solange sie groß genug ist, um den Peak vom Rauschen der CCD-Zeile unterscheiden zu können.

Die Intensität des Peaks hängt für einen bestimmten Messkopf vom Reflexionsvermögen der untersuchten Oberfläche, der Neigung der Oberfläche im Messfleck und der Belichtungszeit der CCD-Zeile im Gerät, d.h. der eingestellten Messrate ab.

5.3.6 Schwellenwert Qualität [set Q threshold]

Der Schwellenwert Qualität ist ein Maß für die Güte der Messung. Je höher der Q-Wert, umso besser ist die interferometrische Messung.

Die Qualität der interferometrischen Schichtdickenmessung ist umso höher, je besser die beiden Grenzflächen einer Schicht planparallel zueinander verlaufen. Sie hängt auch von dem Reflexionsgrad des Lichts an beiden Grenzflächen und deren Rauheit ab.

Menü/ Funktion ist nur in **Betriebsart 3**, dem interferometrischen Messverfahren, aktiv.

```
Config.:  sel. function
< set Q threshold      >
```

```
Q threshold:        0025
     esc down up next
```

Am Display wird der aktuelle Schwellenwert angezeigt.

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Der Schwellenwert Qualität ist standardmäßig auf 25 zu setzen.

Qualität: Der spektrale Verlauf des von der Schicht oder einem Schichtensystem reflektierten Lichts ergibt sich aus der konstruktiven oder destruktiven Interferenz der verschiedenen Teilwellen in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Trägt man die Intensität der, von einer Schicht reflektierten Strahlung über die Wellenzahl auf, erhält man einen periodischen, harmonischen Verlauf. Das im internen Spektrographen aufgenommene Spektrum erfordert eine Entzerrung um diesen Verlauf zu erhalten. Mit einer Transformation des periodisch harmonischen Verlaufs in das Leistungsspektrum kann man die Periodendauer und daraus die Schichtdicke bestimmen. Ergebnis der Transformation ist ein Peak im Ortsraum. Dessen Leistung bezogen auf die Leistung des gesamten vom Messobjekt reflektierten Lichts ist die Qualität eines Dickenmesswerts.

Die Qualität ist ein Maß für den Modulationsgrad des Signals.

Kommando: **$QTH**< Wert>

5.3.7 Chromatischen Messkopf auswählen [select confocal sensor]

Unter **select confocal sensor** wird dem Gerät mitgeteilt, welcher chromatische Messkopf angeschlossen ist.

Menü/ Funktion ist **nur** in **Betriebsart 1** und **Betriebsart 2** aktiv, bei den chromatischen Messverfahren.

Auswahl chromatischer Messkopf aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **select confocal sensor** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< select confocal sensor>
```

```
sel. confoc.sensor(Nr. 1)
SNr.:  77, Range:  330µm
```

Es wird der aktuell aktivierte Messkopf angezeigt (z. B. Speicherplatz (Nr.1), Seriennummer des Messkopfs (SNr.: 77), Messbereich (Range: 330 µm)). Dies bedeutet, dass das Gerät beispielsweise auf einen 300 µm-Messkopf kalibriert und eingestellt ist.
In der Praxis können die Messköpfe einen etwas größeren Messbereich als in deren technischen Daten angegeben haben. So besitzt in obigem Beispiel der Messkopf einen Messbereich von 330 µm.

Mit **[F2]** / **[F3]** kann innerhalb der Auswahlliste zwischen den verschiedenen Messköpfen geblättert werden.

Die Auswahlliste enthält 16 Speicherplätze von Nr. 0 bis Nr. 15.

Mit **[F4]** Auswahl bestätigen.
Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Bei einem Gerät, das mit **nur** einem Messkopf ausgeliefert wird, ist **immer** Speicherplatz "Nr.: 0" belegt (übrige Einträge der Auswahlliste sind ohne Bedeutung, sie dienen als Platzhalter).

Die Auswahl einer anderen Messkopfnummer (Messbereiches) ergibt nur dann Sinn, wenn der zugewiesene Messkopf werkseitig mit dem Gerät kalibriert wurde.

Wird aus irgendeinem Grund das Gerät mit einem Messkopf des gleichen oder eines anderen Typs nach-/ umgerüstet, so muss das Gerät zur Kalibrierung an SICK geliefert werden.

Eine Übersicht der von SICK serienmäßig hergestellten optischen Messköpfe finden Sie im Kap. *2.5* "Zubehör" auf Seite *22*.

Kommando: **$SEN**< Tabellenplatz des Messkopfs>

5.3.8 Betriebsart auswählen [select measuring mode]

Die Messung von Abständen/ Dicken transparenter, dünner Schichten mit dem optischen Sensor kann in verschiedenen Betriebsarten durchgeführt werden.

Unter **select measuring mode** kann zwischen den Betriebsarten umgeschaltet werden.

Betriebsarten

Im Gerät sind folgende Auswahlmöglichkeiten implementiert:

- Betriebsart 1 [confocal, 1 surface] für Abstandsmessung,
- Betriebsart 2 [confocal, 2 surfaces] für Schichtdickenmessung und
- Betriebsart 3 [interfer. thickness] für die Dickenmessung von Einschicht- und Mehrschichtsystemen (Option).
  Ist Betriebsart 3 im Gerät nicht implementiert, so wird nach einem gültigen Passwort gefragt und diese Option kann nachgerüstet werden.

Zwischen der Betriebsart 1 und Betriebsart 2 kann einfach umgeschaltet werden. Alle chromatischen Messköpfe sind für beide Betriebsarten ausgelegt, müssen jedoch auf das Gerät kalibriert werden.

Die interferometrische Messmethode Betriebsart 3 (Option) kann **nur** mit einem speziellen, interferometrischen Messkopf durchgeführt werden.
Dafür wird eine spezielle Software und Kalibrierung benötigt, die jederzeit von SICK nachgerüstet werden kann.

Die Betriebsart 3 kann zu Testzwecken für 5 Minuten freigeschaltet werden.

Hierzu wird unter Config > ...Betriebsart 3 angewählt und anschließend das Passwort: 0000000001 eingegeben.
Es folgt die Meldung "*eval. of interf. mode OC Sharp will stop in 5 min*."

Betriebsart aufrufen

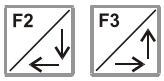
Betriebsart 1
(Abstand)

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **select measuring mode** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< select measuring mode >
```

```
Select measuring mode
confocal, 1 surface
```

Aktuell eingestellte Betriebsart wird angezeigt.



Mit **[F2]** / **[F3]** kann innerhalb der Auswahlliste zwischen den 3 Betriebsarten rauf/ runter geblättert werden.

Mit **[F1]** die Auswahl bestätigen. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

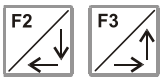
Betriebsart 2
(chromatische Schichtdicke)

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **select measuring mode** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< select measuring mode >
```

```
Select measuring mode
confocal, 2 surface
```

Aktuell eingestellte Betriebsart wird angezeigt.



Mit **[F2]** / **[F3]** kann innerhalb der Auswahlliste zwischen den 3 Betriebsarten rauf/ runter geblättert werden.

Mit **[F1]** wird die Auswahl bestätigt. Gerät schließt das Auswahlfenster und schaltet zum Menüpunkt Brechungsindex um.

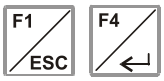
Brechungsindex

Bei der Schichtdickenmessung kann der Brechungsindex der transparenten Schicht eingestellt werden.
Damit wird erreicht, dass am Display direkt die geometrische Schichtdicke angezeigt wird.

```
refr. index nd:    1.0000
     esc  down  up next
```

Der aktuelle Brechungsindex wird angezeigt (Defaultwert 1.0000).

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.



Mit **[F4]** *yes* diesen Brechungsindex bestätigen oder
mit **[F1]** *no* die Eingabe abbrechen.

Abbe-Zahl

Wird wie oben angezeigt ein Brechungsindex n= 1 eingegeben, so kann die geometrische Dicke eines transparenten Materials auch nachträglich durch Multiplikation mit einer mittleren Brechzahl bestimmt werden.

Im Allgemeinen ist der Brechungsindex von transparenten Materialien keine konstante im sichtbaren Wellenlängenbereich, sein Verlauf kann aber durch die Angabe einer mittleren Brechzahl $\mathbf{n_d}$ und die Angabe der Abbe-Zahl $\mathbf{v_d}$ für technische Anwendungen hinreichend gut angenähert werden.

Wird ein Wert von $\mathbf{n_d}$ >1 eingegeben, so öffnet sich ein weiteres Fenster in welchem die Abbe-Zahl eingegeben werden kann.

RS-232/RS-422- und USB-Schnittstelle!
Wird ein Brechungsindex von n ≠ 1 eingestellt, ist dieser für die Schnittstelle ohne Bedeutung. Die über die Schnittstelle erfassten Werte der Schichtdicke müssen in der **Betriebsart 2** mit dem Brechungsindex n multipliziert werden, um die tatsächliche Schichtdicke zu erhalten.

Die Korrektur der Messwerte durch die Abbe-Zahl bleibt aber erhalten.

Ist nur der mittlere Brechungsindex bekannt, nicht aber die Abbe-Zahl, so kann $\mathbf{v_d}$ =199 eingestellt werden. Damit wird $\mathbf{n_d}$ praktisch als konstant gewertet.

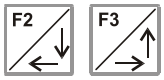
Betriebsart 3
(interferometrische Schichtdicke)

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **select measuring mode** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< select measuring mode >
```

```
Select measuring mode
Interf thickness
```

Aktuell eingestellte Betriebsart wird angezeigt.



Mit **[F2]** und **[F3]** innerhalb der Auswahlliste zwischen den 3 Betriebsarten blättern.

Mit **[F4]** die Auswahl bestätigen. Gerät schließt das Auswahlfenster und öffnet die Anzeige Brechungsindex (Eingabefenster).

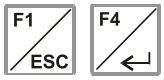
Brechungsindex

Bei der Schichtdickenmessung kann der Brechungsindex der transparenten Schicht eingestellt werden.
Damit wird erreicht, dass am Display direkt die gemessene Schichtdicke angezeigt wird.

```
refr. index nd:    1.0000
     esc  down  up next
```

Der aktuelle Brechungsindex wird angezeigt (Defaultwert 1.0000).

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.



Mit **[F4]** *yes* diesen Brechungsindex bestätigen oder
mit **[F1]** *no* die Eingabe abbrechen.

Für eine vollständige Beschreibung der Dispersion eines Materials wird die Änderung Brechzahl n des Materials unter der Variation der Wellenlänge λ des Lichts als Funktion *n*(λ) dargestellt.

Eingeben eines mittleren Brechungsindexes **n** und der Abbe-Zahl **ν** berücksichtigt die refraktiven Eigenschaften eines transparenten Materials.

Der Menüpunkt "Ändern der Abbe-Zahl" öffnet sich, bei Eingabe eines Brechungsindex ≠ 1. Der Defaultwert der Abbe-Zahl beträgt 199. Standardeinstellungen: beim Auswerten wird ein konstanter Brechungsindex im gesamten Spektralbereich des Sensors angenommen.

Messmodus einstellen:
Kommando: **$MOD**<0...2>
0=chromatische Distanzmessung
1=chromatische Schichtdickenmessung
2=interferometrische Schichtdickenmessung

Brechungsindex einstellen:
Kommando: **$SRI**<Brechungsindex>

Abbe- Zahl einstellen:
Kommando: **$ABE**<Abbe Zahl>

5.3.9 Lampenintensität einstellen [adjust lamp intensity]

Mit **adjust lamp intensity** die relative Pulsdauer der LED und damit die effektive Helligkeit der Lichtquelle einstellen.

Belichtungsdauer reduzieren, wenn eine hochreflektierende Oberfläche vermessen wird, bei der auch bei der höchsten Messrate noch Übersteuerung eintritt.

Längere Pulsdauer einstellen, wenn eine schwach reflektierende Oberfläche mit einer hohen Messrate wird.

Achtung

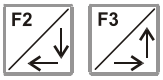
Nach Ändern der Belichtungsdauer ist ein Dunkelabgleich erforderlich!

Lampenintensität aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **adjust lamp intensity** auswählen.
OC Sharp ist standardmäßig mit einer LED-Lichtquelle ausgestattet. Sobald das Gerät diese erkennt, erscheint die folgende Menüführung.

Funktion Autoadapt AUS

Autoadaptfunktion ausgeschaltet: die Leuchtstärke der LED kann von 0% bis 100% parametriert werden. Die Pulsbreite PWM (puls width modulation) entspricht der auf dem Display in Klammern angezeigten Leuchtzeit während einer Belichtungszeit.

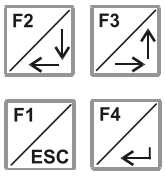



```
Toggle on/off with F2/F3
  Autoadapt LED:   off
```

Funktion Autoadapt EIN

Das automatische Anpassen der LED Leuchtdauer während einer Belichtungszeit erleichtert es, bei Messungen auf wechselnden Oberflächen die beste Intensitätseinstellung zu erhalten. Dies bedingt auch ein optimales Signal-Rausch-Verhältnis.

Um einen definierten Prozentwert der Aussteuerung zu erreichen, wird die Helligkeit der Lampe angepasst. Der Wert kann den Bereich von 0% bis 75% annehmen. Empfehlenswert für die meisten Anwendungen ist ein Wert zwischen 20 % und 40 % der Helligkeit.




```
Toggle on/off with F2/F3
  Autoadapt LED:   on
```

Mit **F4** die Auswahl bestätigen.

Autoadapt ein-/ ausschalten
Kommando: **$AAL**<0 oder 1,Sättigung in Prozent>

Lampenintensität:
Kommando: **$LAI**<Belichtungsdauer in %>

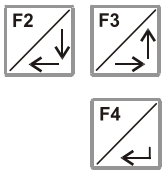
Verwenden mit Halogenlichtquelle

Die folgende Menüebene setzt die Auswahl einer Halogenlampe als Lichtquelle voraus.

```
Config.:  sel. function
< adjust lamp intensity >
```

```
Adjust lamp intensity
Voltage:  11.75 V  (98%)
```

Es wird die aktuell festgelegte Lampenintensität angezeigt.



Mit **[F2]** und **[F3]** die Lampenspannung verringern bzw. erhöhen.

Mit **[F4]** die Auswahl bestätigen.
Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Empfohlen werden Grenzwerte von 80% bis 100% der Lampenspannung.

5.3.10 Nutzbaren Pixelbereich auswählen [select used CCD range]

Anzahl der verwendeten Pixel im interferometrischen Messmodus begrenzen, um bei der Schichtdickenmessung einen möglichst hohen Qualitätswert zu erzielen.

Mit **select used CCD range** dem Gerät vorgeben, welcher nutzbare Pixelbereich ausgewertet wird. Dieser sollte zwischen 10 und 750 liegen.

Menü/Funktion ist nur in **Betriebsart 3**, interferometrisches Messverfahren, aktiv.

Nutzbaren CCD-Pixelbereich aufrufen

[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **select used CCD range** auswählen.

```
Config:  sel. function
< select used CCD range
```

```
Adjust lamp intensity
Voltage:  11.75 V  (98%)
```

Start-Pixelbereich

```
Start-Pixel:        010
  Esc  down  up  next
```

Der aktuelle Pixelbereich wird angezeigt.

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und die Eingabeaufforderung für den Stopp-Pixelbereich aktiviert.

Stopp-Pixelbereich

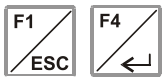
```
Stop-Pixel:          750
   Esc  down  up  next
```

Der aktuelle Pixelbereich wird angezeigt.

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und die Sicherheitsfrage zum Ändern aktiviert.

```
Password:    0000000000
   Esc  down  up  next
```

```
Accept value? 0000000001
     No         Yes
```



Mit **[F4] yes** diesen Pixelbereich bestätigen oder
mit **[F1] no** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Kommando: **$CRA**<Startpixel, Stoppixel>

Die im Gerät eingestellten Werte sind für die meisten Messaufgaben ideal. Nur in Ausnahmefällen ändern!

5.3.11 Kontrasteinstellung, Display [LCD contrast]

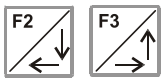
Unter **LCD contrast** kann der Kontrast des Displays an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Kontrasteinstellung aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **LCD contrast** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< LCD contrast          >
```

```
< LCD contrast    200
      ESC  down  up
```

Die aktuelle Einstellung wird angezeigt.



Mit **[F2] down** und **[F3] up** den Kontrastwert schrittweise ändern.

Mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

5.3.12 Anzeigeeinstellungen [set display hold time]

Menü/Funktion ist nur in **Betriebsart 3** aktiv, bei dem interferometrischen Messverfahren.

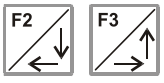
Mit **set display hold time** bei einer "Handmessung" den Messbereich in Z-Richtung abfahren. Der qualitativ beste Messwert wird dabei für die eingestellte Zeit angezeigt.

Misst der Sensor einen Qualitätswert, der über dem eingestellten Schwellenwert **Q: xx** (**set Q threshold** Kap.*5.3.6*, Seite *50*) liegt, so wird dieser für die eingestellte Zeit angezeigt. Ausnahme: es wird ein höherer Wert gefunden.

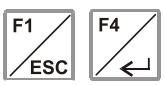
Anzeigeeinstellung aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **set display hold time** auswählen.

```
Config.:  sel. function
<set display hold time >
```

```
Interf. Mode best-Q dis-
play holdtime:   0.0 sec
```



Mit **[F2] down** und **[F3] up** die Zeit ändern
(von 0 s bis 60 s in einer Schrittweite von 0.5 s).



Mit **[F1] esc** oder **[F4] next** die Eingabe beenden. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

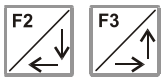
5.3.13 Auswahl der ausgegebenen Messwerte über RS-232/RS-422 und USB [set serial output data]

Mit **set serial output data** festlegen, welche Messwerte in jeder Betriebsart über die RS-232/RS-422- oder USB-Schnittstelle übertragen werden.

Output-Messwerte einstellen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **set serial output data** auswählen.

```
Config.:  sel. function
<Set serial output data >
```

In Abhängigkeit vom eingestellten Messmodus die einzelnen Messwerte festlegen, die in das Datentelegramm aufgenommen werden sollen. Es sind bis zu 16 Telegrammpositionen verfügbar (0-15).

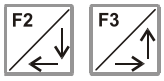


Mit **[F2]** bzw. **[F3]** die Telegrammposition auswählen, welcher ein Wert zugewiesen werden soll (Kap. *6.1* auf Seite *78*).

```
Select telegram position
0      (0) distance
```

Mit **[F4]** die Auswahl der Telegrammposition bestätigen. Angezeigt wird:

```
Select data item
0      (0) distance
```



Mit **[F2]** bzw. **[F3]** den Messwert auswählen, welcher über die entsprechende Schnittstelle ausgegeben werden soll (Kap. *6.1* auf Seite *78*).

Mit **[F4]** die Auswahl des Messwerts bestätigen.
Danach wird die Auswahl der Telegrammposition geöffnet.

Mit **[F1]** die Auswahl bestätigen. Das Auswahlmenü wird beendet. Es folgt die Abfrage zum Sichern der konfigurierten Parameter in den EEPROM. Anschließend wird das Hauptmenü geöffnet.

Mit **[F4]** zwischen der Auswahl der Telegrammposition und Datenworte wechseln.

Die letzte Position setzt der Sensor automatisch auf *(-1) End of telegramm*. Um darüberhinaus weitere Messwerte auszugeben, auf dieser Position den gewünschten Messwert auswählen.

Kommando: **$SODX**<Indices der gewünschten Werte>

Beispiel: Die Ausgabe der Werte des Abstandes, der Intensität und der LED-Temperatur im Distanzmodus erfolgt über die Befehlssequenz: $**SODX**<0,3,17>.

Output-Messwerte

index	**mode 0:** 1 surface	**mode1:** 2 surfaces	**mode 2:** interferometric
(0)	Abstand	Dicke	Dicke 1 (beste Qualität)
(1)	nicht belegt	Abstand 1	Dicke 2 (zweitbeste Qualität)
(2)	nicht belegt	Abstand 2	Dicke 3 (drittbeste Qualität)
(3)	Intensität	nicht belegt	Qualität 1
(4)	nicht belegt	Intensität 1	Qualität 2
(5)	nicht belegt	Intensität 2	Qualität 3
(6)	CCDpos*	CCDpos1*	Gesamtintensität des refl. Lichts
(7)	nicht belegt	CCDpos2*	nicht belegt
(8)	Flags#		
(9)	Exp. Time: Belichtungszeit in der Einheit 1/640000 Sekunden		
(10)	Enc. 0 MSW: (Encoder 0 Position, most significant word)		
(11)	Enc. 0 LSW: (Encoder 0 Position, least significant word)		
(12)	Enc. 1 MSW: (Encoder 1 Position, most significant word)		
(13)	Enc. 1 LSW: (Encoder 1 Position, least significant word)		
(14)	Enc. 2 MSW: (Encoder 2 Position, most significant word)		
(15)	Enc. 2 LSW: (Encoder 2 Position, least significant word)		
(16)	Sample counter		
(17)	LED temperature		
(-1)	End of telegramm		

Tab. 5-3: Output-Messwerte, Übersicht

Die Werte CCDpos1 und CCDpos2 dienen zur Kalibrierung und sind bis auf eine Ausnahme bei der Identifizierung störender Streulichtquellen für den Anwender ohne Belang.

Die Flags zeigen folgendes an:

Bit 0: Im Doppelbelichtungsmodus steht 1 für die lange Belichtungszeit und 0 für die Kurze

Bit 2: IGNOREDTRIGGER
Ignorierter Trigger im "trigger-each" oder "external timing" Modus: Ein Trigger- Puls wurde ignoriert, weil er zu kurz nach dem vorangegangenen Trigger-Puls gesendet wurde und dieser noch nicht abgearbeitet war.

Bit 3: DELAYEDTRIGGER
Verspäteter Trigger im "Trigger each"- oder "External timing"-Modus: Der Belichtungstrigger war verzögert in Bezug auf den Triggerpuls, weil er zu kurz auf den vorhergehenden Puls folgte.

Bit 4: CCD_SATURATED

Bit 6: SHORTSYNCMARKERSENT: Der Sensor sendet alle 5 Sekunden einen kurzen Sync-Out-Puls, der es erlaubt mit gleichartigen Sensoren (Slave) zu synchronisieren.

Bit 7: SHORTSYNCMARKERRECEIVED:
Der Sensor erkennt einen kürzeren Sync-In-Puls (<12 µs), der es ermöglicht mit dem Master zu synchronisieren.

Bit 8: INDEX_INP_TOGGLE
Dieses Bit wird mit jeder steigenden Flanke des Encoders 0 Z Eingangs invertiert. Das erlaubt den Sensordatenstrom mit externen Ereignissen zu synchronisieren.

Bit 9: ALARM_LAMPLIFE
Die voreingestellte Lampen Lebensdauer wurde erreicht. Die Lampe sollte getauscht werden.

Bit 10 – 15: reserviert

5.3.14 Datenformat [serial data ASCII/BIN]

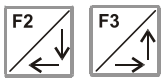
Verfügbar sind zwei Formate (ASCII/BIN), um die Messwerte vom optischen Sensor über die RS-232/RS-422- und USB-Schnittstelle auszulesen.

Datenformat aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **serial data ASCII/BIN** auswählen.

```
Config.:  sel. function
<serial data  ASCII/BIN >
```

```
<serial data  ASCII/BIN>
current format:ASCII ASCII/BIN>
```

Das aktuell eingestellte Format wird angezeigt.



Mit **[F2]** bzw. **[F3]** wird das **ASCII**- oder **binary**-Format angewählt.

Mit **[F1]** die Auswahl bestätigen. Das Auswahlmenü wird beendet. Es folgt die Abfrage zum Sichern der konfigurierten Parameter in den EEPROM. Anschließend wird das Hauptmenü geöffnet.

Die Messwerte können als ASCII-Zeichen zu einem Computer übertragen und z. B. mit einem Terminalprogramm (z. B. Tera Term, Freeware) betrachtet werden. (Telegrammformat vgl. Kap. *0* auf Seite *22)*

Ausgabe in BIN Format
Kommando: **$BIN**

Ausgabe in ASCII Format
Kommando: **$ASC**

5.3.15 Übertragungsrate [serial port baud rate]

Mit **serial port baud rate** die Übertragungsrate für die serielle Schnittstelle einstellen.

Übertragungsrate aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **serial port baud rate** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< serial port baud rate >
```

```
select serial baud rate
115200 Baud
```

Die aktuell eingestellte Baudrate wird angezeigt.

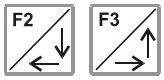
Baudraten: 9600, 19200, 38400, 57600, 230400, 460800 und 921600.
Datendurchsatz: aus 0 auf Seite *20*

Nur bei einer Übertragung über die **RS232/RS422**-Schnittstellen ist die Baudrate wählbar.

Bei einer Datenübertragung über die **USB**-Schnittstelle ist die Datenrate auf den

maximalen Wert von **921600 Baud** festgelegt.

Der Datendurchsatz ist neben der Übertragungsrate, auch von Datenformat (Kap. *5.3.14* auf Seite *65*) und Datenstruktur abhängig.



Mit **[F2]** / **[F3]** in der Auswahlliste zwischen den Baudraten blättern.

Mit **[F1]** die Auswahl bestätigen. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

Informationen über die maximale Anzahl von Messwerten, die bei den verschiedenen Formaten, Baudraten und Messraten zum Datendurchsatz verwendet werden, finden Sie im Kap. *6.1* ab Seite *78* bzw. *Tab. 6-1* auf Seite *81* und *Tab. 6-2* auf Seite *81*.

Kommando: **$BDR**<Index der Baudrate>

5.3.16 Analogausgänge [configure analog 1] / [configure analog 2]

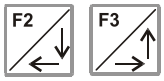
Mit **configure analog 1** und **configure analog 2** die beiden Analog-Schnittstellen konfigurieren.

An der Frontseite des Geräts befindet sich unter anderem die Dosenleiste INTERFACE. An Pin 10 (OUT 2) und Pin 11 (OUT 1) dieser Leiste können die Messwerte als analoge Spannung abgegriffen werden (*2.2* auf Seite *11*).
Die Ausgänge liefern eine analoge Spannung von 0 bis +10 V_{DC}.

Analogausgänge aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **configure analog 1** oder
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **configure analog 2** auswählen.

```
Config.:  sel. function
< configure analog out >
```

```
configure analog out 1
Set signal for ana. out
```



Mit **[F2]** bzw. **[F3]** kann folgende Auswahl getroffen werden:

set signal for ana. out für Output-Messwert, (*Tab.* 5-3 auf Seite *63)*

set lower limit value und **set upper limit value** für Messwertgrenzen.

Nach dem Einstellen der zwei Grenzwerte werden die Messwerte, die zwischen den Grenzwerten liegen, als Spannungswerte zwischen 0 und 10 V ausgegeben. Somit wird auch eine sehr kleine Messspanne von z. B. 10 µm hochauflösend analog zwischen 0 und +10V ausgegeben.

Mit **[F4]** das Eingabefenster der Auswahl öffnen
(**set signal for ana. Out**, **set lower limit value**, **set upper limit value**).

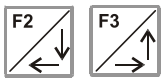
Output-Messwert

Output-Messwert auswählen

```
Config.:  sel. function
< configure analog out 1>
```

```
Select signal f. a. out 1
(0) distance
```

Der aktuell aktive Output-Messwert wird angezeigt.



Je nach eingestellter Betriebsart mit **[F2]** bzw. **[F3]** unter den verschiedenen, aufgeführten Messwerten auswählen (*Tab.* 5-3 auf Seite *63).*

Mit **[F4]** die Auswahl bestätigen. Den nächsten beliebigen Analogparameter, wie "**Set lower limit value**" oder "**Set upper limit value**" festlegen.

Messwertgrenze

Untere Messwertgrenze festlegen

```
configure analog out 1
Set lower limit value
```

```
Value for 0V.:(µm)  +0000
     ESC down up next
```

Der aktuell eingestellte Wert wird angezeigt (Defaultwert +0000).

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern.
Mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen.

Mit **[F1]** die Eingabe beenden. Gerät schließt das Eingabefenster und öffnet das Auswahlfenster der Analogparameter.
Set upper limit value kann festlegt oder weiter auf der Ebene des Konfigurationsmenüs die nächste Auswahl getroffen werden.

Obere Messwertgrenze festlegen

```
configure analog out 1
Set upper limit value
```

```
Value for 10V.:(µm) +3080
     ESC down up next
```

Der aktuell eingestellte Wert wird angezeigt.

Der maximale obere Grenzwert wird von dem jeweiligen, am Gerät angeschlossenen, (aktivierten) Messkopf festgelegt.
Die beispielshaft gezeigte obere Messwertgrenze (Defaultwert +3080) entspricht dem 3 mm-Messkopf.

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern,
mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen und
mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Bearbeitungsfenster wird geschlossen und das Auswahlfenster der Analogparameter geöffnet.
Set lower limit value kann festlegt oder weiter auf der Ebene des Konfigurationsmenüs die nächste Auswahl getroffen werden.

Kommando: **$ANA**<Index des Analogausgangs, Datenindex, Wert entspricht 0 V, Wert entspricht 10 V>

5.3.17 Gezieltes Ausblenden von Spektralbereichen [partial spect. supress]

Mit **partial spect.**(ral) **supress** einen Teil des Spektrums ausblenden (z. B. Prozessspektrum einer Lichtquelle).

Einen Spektralbereich ausblenden ist erforderlich, wenn sich z. B. ein Laser in der Nähe des Messkopfs befindet. Dadurch kann Streulicht in den Spektrographen sowie auf die CCD-Zeile gelangen.
Um eine störende Intensität auf dem CCD zu lokalisieren, muss der Wert **CCDpos** (z. B. Streulicht von 18413) über die RS-232/RS-422 oder USB-Schnittstelle ausgelesen werden.

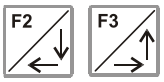
Spektralbereich aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: **partial spect. supress** auswählen.

```
Config.:  sel. function
<partial spect. Suppress>
```

```
<Begin suppressed range >
Begin (Pixelpos.):     0
```

```
Begin (Pixelpos.):  0000
     ESC down up next
```

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern und mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen.




```
<End of suppressed range>
End (Pixelpos.):       0
```

Mit **[F2]** und **[F3]** in der Auswahlliste zwischen **Begin**/**End** der Pixelposition rauf-/runterblättern.

```
Begin (Pixelpos.): 00000
     ESC down up next
```

```
End (Pixelpos.): 00000
     ESC down up next
```

Mit **[F4]** das jeweilige Eingabefenster öffnen.

Beispiel: für den ausgelesenen Wert **CCDpos** = 18413
sind empfehlenswert:
Begin (Pixelpos.): 18300 und **End (Pixelpos.): 18600**

Mit **[F2] down** und **[F3] up** die markierte Ziffer ändern und mit **[F4] next** den Cursor zwischen den Ziffern bewegen.

Mit **[F1] esc** die Eingabe beenden. Das Bearbeitungsfenster wird geschlossen und das Auswahlfenster des Spektrumbereichs geöffnet.
Begin/**End** festlegen.

Mit **[F1]** die Auswahl bestätigen. Das Auswahlfenster wird geschlossen und das Konfigurationsmenü geöffnet.

5.3.18 Faseranschlüsse reinigen [Fiber connector clean]

Verunreinigungen auf den Faserendflächen führen zu erhöhtem Streulicht und können das Messergebnis negativ beeinflussen. Diese Funktion erleichtert es verunreinigte Faserendflächen zu lokalisieren.

Die eingeschaltete Funktion zeigt das gemessene Streulicht an.
Nun kann die Faser gereinigt werden.
Anschließend Dunkelabgleich durchführen.

Fiber connector clean aufrufen
[F1] > [F4] Config **> [F2]/[F3] ...:** service functions **> [F4] ...[F2]/[F3] ...:**fiber connector clean

```
Choose service functions
Fiber connector clean.  >
```

Mit **[F4]** Vorgang starten.

```
Fiber cleaning monitor.
Stray light =  64.0
```

Streulicht in folgenden Kombinationen kontrollieren:

- Sensor ohne angeschlossene Faser und Messkopf
- Sensor mit angeschlossener Faser, ohne Messkopf
- Sensor mit Faser und Messkopf.

Ist die Faserendfläche mit dem größten Streulicht gefunden, dann diese mit einem sauberen, fuselfreien Tuch reinigen.
Die Faseranschlussdose im Sensor mit den, im Lieferumfang enthaltenen, Reinigungsstäbchen reinigen (Kap.***Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.***, Seite ***Fehler! Textmarke nicht definiert.***).

Mit einer Funktionstaste die Abfrage zum Dunkelabgleich starten.

```
Acqu. of dark signal
     No        Yes
```

Mit **[F4] Yes** den Dunkelabgleich starten.

```
Acqu. of dark signal
Taking dark reference!
```

Nach dem Dunkelabgleich schaltet das Gerät in das Hauptmenü.

Informationen zum Reinigen optischer Faserendflächen finden Sie im Kapitel "Wartung" (Kap. *1* ab Seite *87*).

5.3.19 Laden anwenderspezifischer Parameter [Load Setup]

In diesem Menüpunkt werden anwenderspezifische Einstellungen geladen.

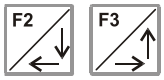
Load setup aufrufen
[F1] > [F4] Config **> [F3] ...:** service functions **> [F3] ...**load setup

```
Choose service functions
Load setup     >
```

Mit **[F4]** Vorgang starten. Der kleinste Index (0) wird zuerst angezeigt.

```
Select Setup Index: 0
Testparameter 05
```

Die auf dem Speicherplatzindex 0 abgelegten anwenderspezifischen Einstellungen (Testparameter 05) werden geladen.



Mit **[F2]**/**[F3]** im Auswahlmenü und bereits vorhandenen Einträgen blättern.

Mit **[F4]** die Parameter laden.
Das Hauptmenü wird geöffnet.

Mit **[F1]** die Funktion abbrechen.
Die Menüebene wird geschlossen und das Hauptmenü geöffnet.

Mit einer speziellen Software die Sensorkonfiguration in Form einer ASCII-Datei im Format *.csu herunterladen und wieder aufspielen.
Kontaktieren Sie SICK.

5.3.20 Sichern anwenderspezifischer Parameter [Store Setup]

Mit dieser Funktion die benutzerdefinierte Einstellung speichern.
Der Sensor hält dafür bis zu 16 Speicherplätze frei.

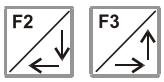
Store setup Funktion aufrufen
[F1] > **[F4]** Config > **[F3]** ...: service functions > **[F3]** ...store setup

```
Choose service functions
Store setup    >
```

Mit **[F4]** den Vorgang starten. Der kleinste Index (0) wird zuerst angezeigt.

```
Select setup index: 0
Testparameter 05
```

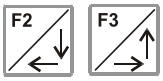
Die Testparameter 05 sind unter dem Index 0 der anwenderspezifischen Einstellungen abgelegt.



Mit **[F2]**/**[F3]** im Auswahlmenü der Indices und in vorhandenen Einträgen blättern.

Mit **[F4]** den Speicherplatz festlegen, und die Menüebene für die Eingabe des Speichernamens öffnen.

```
Edit setup name
_
```



Mit **[F2]**/**[F3]** innerhalb der Zeichenauswahlliste vor und zurück blättern.

Mit **[F4]** an die nächste Position des Eingabefeldes springen.

Mit **[F1]** die Eingabe bestätigen.

```
Reedit (F1) / Accept (F4)
```

Mit **[F1]** den Namen korrigieren, mit **[F4]** die Eingabe übernehmen. Das Gerät schließt das Auswahlfenster und schaltet ins Hauptmenü um.

Mit **[F1]** die Funktion abbrechen.

```
Operation canceled!
     --- empty ---
```

5.3.21 Standardeinstellung [Set default parameters]

Unter **set default parameters** die Konfiguration des optischen Sensors auf die Defaultparameter (Werkseinstellung) zurücksetzen.

Die Einstellungen der Schnittstellenparameter ***Datenformat***, ***Übertragungsrate*** und ***Output-Messwerte*** bleiben erhalten.

Standardeinstellung aufrufen

[F1] > **Config [F4]** > **[F2]** ... > **service functions**...> **Set default parameters**

Vor dem Zurücksetzen der Parameter auf die Defaultwerte wird **keine** Sicherheitsabfrage aktiv.

```
Choose service functions
< Set default parameters
```

Während des Zurücksetzens erscheint:

```
Choose service function
Default parameters set!
```

Defaultparameter (Übersicht Werkseinstellung)

Parameter	Defaultwert
data averaging	1
spectral averaging	1
set detect. threshold	15
set Q threshold	18
set display hold time	0
select used CCD range	0-999
select sensor	Letzte Einstellung aktiv
select measuring mode	Letzte Einstellung aktiv **refractive index = 1**
lamp intensity	98% /autoadapt 0ff
set serial output data	Confocal 1: distance; Confocal 2: thickness; interf: thickness 1
serial data ASCII/BIN	Letzte Einstellung aktiv
serial port baud rate	Letzte Einstellung aktiv
configure analog out 1	(0) **Abstand** aktiv, alle weiteren Ausgänge inaktiv
configure analog out 2	(4) **Intensität 1** aktiv, alle weiteren Ausgänge inaktiv
partial spect. supress	**Begin 0; End 0** (Pixelposition)
LCD contrast	128
Analog output	lower limits = 0 upper limits = voller Wert: • Dist(µm): = 330 (abhängig vom Messkopf) • Int: = 4096
Messrate	1 kHz und **double exposure mode** ausgeschaltet

Tab. 5-4: Menü – default parameters, Werkseinstellung

Dieser Befehl ist nur mit den Funktionstasten **[F1]** ... **[F4]** ausführbar.

5.3.22 Weißreferenz erfassen [take white reference]

Erfassen der Weißreferenz ist beim normalen Betrieb des Geräts nicht erforderlich!

Wird von einer LED auf eine Halogen-Lichtquelle umgestellt oder der Halogenlampentyp gewechselt, ist ein Weißabgleich erforderlich.

Vor dem Weißabgleich beachten, dass das Gerät sich in einem betriebswarmen Zustand befindet und ein Dunkelabgleich durchgeführt wird.

Weißabgleich

Der Weißabgleich erfolgt mit einem Hilfswerkzeug und wird wie folgt durchgeführt (Hilfswerkzeug kann bei SICK bestellt werden*)*

1. Lichtwellenleiter vom Messkopf abschrauben.
2. Am betriebswarmen Gerät den Dunkelabgleich durchführen. (Ausführliche Informationen: Kap. *5.1* auf Seite *39)*.
3. Schutzkappe der Faserdose am Hilfswerkzeug entfernen.
4. Faser auf die Dose des Weißabgleichstools aufsetzen und mit der Überwurfmutter handfest sichern.
5. Weißabgleichsmenü aufrufen.
   [F1] > **[F4] Config** > **[F3]** ...: service function> **[F3]** ...**take white reference** auswählen.

```
< take white reference >
Pl. mirror at fiber end!
```

Mit **[F4]** den **Vorgang starten**.

1. Ist die Lichtmenge nicht ausreichend, werden Sie aufgefordert den Spiegel des Hilfswerkzeugs auszurichten.
   Folgen Sie den Angaben am Display!
   Entsprechend der Aufforderung muss der Abstand der Faser zum Spiegel erhöht bzw. verringert werden.

   ```
   Not enough light on CCD!
   Reduce mirror distance!
   ```

   oder

   ```
   Too much light on CCD!
   Increase mirror distance
   ```

   Dazu muss die am Tool befindliche Schraube mithilfe eines Schraubendrehers gelöst werden. Anschließend kann entsprechend der Aufforderung am Display der Abstand der Faser zum Spiegel erhöht werden, in dem das Tool in sehr kleinen Schritten auseinander gezogen wird, ggf. leicht drehen.
   Erhält der Anwender die Aufforderung den Abstand der Faser zum Spiegel zu verringern, muss nach dem Lösen der Schraube dieses zusammengedrückt werden.
   Nach dem Ausrichten des Spiegels, die Schraube am Tool wieder fixieren.
2. Es erscheint die Anzeige einer Messrate, für die der Weißabgleich durchgeführt wird. Diese Messrate im Normalfall zwischen 300 Hz und 4000 Hz einstellen.

In Sonderfällen SICK kontaktieren.

3. Nach erfolgreichem Abgleich den Vorgang speichern.

Speichern

Abfrage mit **[F4]** bestätigen. Die geänderte Konfiguration wird in einem EEPROM gespeichert und steht nach Aus-/Einschalten des Geräts zur Verfügung.

Abbrechen

Abfrage mit **[F1]** bestätigen. Die geänderte Konfiguration bleibt nur bis zum Ausschalten des Geräts erhalten. Nach erneutem Einschalten liegt wieder die letzte abgespeicherte Konfiguration vor.

Kommando: **$WHT**

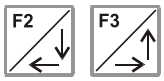
5.3.23 Betriebszeit anzeigen lassen [Show operation data]

Mit diesem Menüpunkt werden angezeigt, die Betriebsparameter:

- Gesamtbetriebszeit
- Betriebszeit der Lampe
- Anzahl der Startvorgänge

Show operation data aufrufen
[F1] > **[F4] Config** > **[F2]**/**[F3]** ...: service functions > **[F4]** ...**[F2]**/**[F3]** show operation data

Mit **[F4]** die Funktion auswählen.



Mit **[F2]**/**[F3]** zwischen den einzelnen Anzeigen auswählen.

Abfrage der Gesamtbetriebszeit, Kommando: **$OPD2,?**,

Abfrage der Anzahl Startvorgänge, Kommando: **$OPD3,?**,

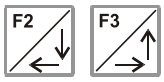
Abfrage der Lampenbetriebsstunden, Kommando: **$OPD0,?**.

5.3.24 Lampenbetriebszeit zurücksetzen [Reset lamp life timer]

Mit diesem Menüpunkt nach einem Lampenwechsel die Betriebsdauer der Lichtquelle wieder auf "0" setzen.

Reset lamp life timer aufrufen
[F1] > [F4] Config **> [F2]/[F3] ...:** service functions **> [F4] ...[F2]/[F3]** Reset lamp life timer.

Mit **[F4]** die Funktion auswählen.



Mit **[F2]**/**[F3]** die im Display angegebene Zahl eingeben.

Mit **[F4]** bestätigen und die Betriebszeit wieder auf "0" setzen.

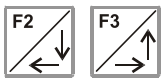
Kommando: **$OPD0,314**.

5.3.25 Erinnerungsfunktion Lampenbetriebszeit [Set lamplife alert time]

Mit dieser Funktion den Alarmzeitpunkt für Lampenbetriebsstundenzähler in Stunden setzen.
Hat der Betriebsstundenzähler x Stunden erreicht, wird das Alarmflag (Bit 9) im Flag-Ausgangswort gesetzt. Um dieses Bit auszuwerten, müssen die Flags ausgelesen werden.

Set lamplife alert time aufrufen
[F1] > [F4] Config **> [F2]/[F3] ...:** service functions **> [F4] ...[F2]/[F3]** Set lamplife alert time

Mit **[F4]** die Funktion auswählen.



Mit **[F2]**/**[F3]** die gewünschte Zeit eingeben.

Mit **[F1]** bestätigen und die Alarmzeit wird gesetzt.

Kommando: **$OPD1,x**
x=Betriebsstunden bis zum Alarm.

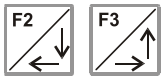
5.3.26 Setzen der Systemkonstanten/Lichtquelle [set system constants]

Mit dieser Servicefunktion besteht künftig die Möglichkeit, unterschiedliche Lichtquellen für den Sensor auszuwählen.
Der Sensor wird mit einer LED ausgeliefert.

Weitere Lichtquellenoptionen sind in kommenden Erweiterungen vorgesehen.

Set system constants aufrufen
[F1] > [F4] Config > **[F3] ...:** service functions **> [F3] ...**set system constants

```
Choose service functions
< Set system constants
```



Mit **[F2]**/**[F3]** im Auswahlmenü innerhalb der Einträge blättern.

```
Choose Lightsource:
< Halogen/ext. source >
```

Mit **[F4]** die verwendete Lichtquelle auswählen.

6 Datenübertragung – Schnittstellen

Analog OUT 1 OUT 2

Die vom optischen Sensor gemessenen Abstands-/Dickenwerte und die Intensität des jeweils ausgewerteten Signals können am Display abgelesen oder als Spannung an den beiden Analogausgängen (OUT 1, OUT 2) abgegriffen werden. Außerdem können die Messdaten über die RS-232/RS-422/ USB-Schnittstelle zu einem Computer übertragen werden.

Alle Funktionen können mithilfe von Steuerbefehlen eines Computers, via serieller Schnittstelle, ausgeführt werden.

RS232/RS422, USB

Die serielle Schnittstelle arbeitet ohne Hardware- oder Software-Handshake. Für eine korrekte Übertragung der Messdaten, muss der Computer jederzeit in der Lage sein, ankommende Daten zu empfangen.

Baudrate

Die Baudrate für RS-232/RS-422 kann im Bereich zwischen 9600 Bd und 921600 Bd eingestellt werden. Die höchste vom Host-computer unterstützte Baudrate verwenden, um die schnellste Messrate zu nutzen. Für die (virtuelle) USB-Schnittstelle ist die Baudrate auf 921600 Baud fixiert.

Baudrate am Bedienfeld des Geräts einstellen unter **Config: serial port baud rate** (Kap.*0*, ab Seite *65*) oder über das Kommando $BDR (Befehl **$BDR**, Kap. *9.3,* ab Seite *92*).

Im Folgenden wird die Übertragung von Messdaten über die RS-232/RS-422-/ USB-Schnittstelle und die Konfigurierung des Geräts an Hand von Befehlen beschrieben.

6.1 Messwerte übertragen

Datenpaket

Während des normalen Betriebs sendet der optische Sensor kontinuierlich Datenpakete mit den ausgewählten Messdaten und Steuerzeichen.
Dividiert man die eingestellte Messrate durch die eingestellte Anzahl von Messwerten, über die gemittelt wird (**data averaging** Kap. *5.3.3*, auf Seite *48*, bzw. **$AVD** *Tab. 6-3* "Befehlsübersicht, auf Seite *82*), erhält man die Anzahl der pro Sekunde übertragenen Datenpakete.

In jedem Datenpaket werden bis zu 16 Datenwörter, jedes 16 Bit lang, übertragen. Diese Wörter stellen Messwerte dar, sie können entweder als ASCII-Zeichen oder in einem 2 Byte Binärformat dargestellt werden.
In den verschiedenen Betriebsarten des optischen Sensors zur Abstands- und Schichtdickenmessung können unterschiedliche Messwerte (Abstand, Dicke, Intensität) übertragen werden (*Tab.* 5-3, Seite *63*).

Die Übertragung jedes in der jeweiligen Betriebsart anstehenden Messwerts kann eingeschaltet werden. Das geschieht entweder mit den Funktionstasten am Gerät (**set serial output data** Kap. *5.3.13*, ab Seite *62*) oder mit dem Befehl **$SODX** über die RS-232/RS-422-/ USB-Schnittstelle (Kap. *9.3*, ab Seite *92*).

Intensität

Ein Intensitätswert wird, wenn die Übertragung im Gerät freigegeben ist (Kap. *5.3.13* ab Seite *62*), ohne Einheit als Zahl zwischen 0 und 4095 übertragen.

Im Display wird die Intensität als Wert zwischen 0 und 999 dargestellt. Ein Intensitätswert von 999 blinkend bedeutet Übersteuerung.

Abstand

Abstandswert in Betriebsart 1, Dicke, Distanz 1 und Distanz 2 in Betriebsart 2 und die Dicke in Betriebsart 3 werden als ganze Zahl zwischen 0 und 32767 übertragen.

Tatsächliche Abstände in [µm]:
Übertragene Werte durch 32768 dividieren und mit dem Wert **FullRange** des Sensors multiplizieren.
Der Wert **FullRange** gibt den größten zu messenden Abstand an und ist eine spezifische Eigenschaft jedes Sensorkopfes.

Um aus den übertragenen Abstandsdaten tatsächliche Abstandswerte [µm] zu berechnen, muss der Wert **FullRange** des optischen Sensors über die Schnittstelle ausgelesen werden (Befehl **$SCA**, Kap. *9.3,* ab Seite *92*).

ASCII-Format

Im ASCII-Format ist jeder Messwert mit 5 ASCII Zeichen kodiert.
Die einzelnen Werte, die zum selben Messpunkt gehören, sind durch ein Komma getrennt. Am Ende einer Messung werden die Kontrollzeichen **CR LF** angehängt.

BIN-Format

Beim Übertragen im Binär-Format wird jeder Messwert als 2 Byte (das MSB zuerst) übertragen.

Jedes Byte besteht, unabhängig vom gewählten Format, aus **1 Start-Bit, 8 Daten-Bits, 1 Stop-Bit**.
Vor jedem Datenwort wird zur Synchronisation "**0xFF 0xFF**" übertragen ("0x" kennzeichnet die hexadezimale Schreibweise).

Datendurchsatz

Die maximale Anzahl der zu übertragenden Messwerte pro Einzelmessung hängt neben dem gewählten Format (ASCII/ Binär) und der Datenstruktur auch von der Übertragungsgeschwindigkeit ab.

Beim Übertragen im Binär-Format können auch bei einer hohen Messrate mehrere Messwerte ausgelesen werden (vgl. *Tab. 6-1*, Seite *81*).

Synchronisation der Datenübertragung

Da der Wert "0xFF" auch als Wert im Fluss der Binärdaten auftreten kann, reicht es zur Synchronisation nicht aus, einfach auf die angegebene Synchronisationssequenz ("0xFF 0xFF") zu warten. Diese Synchronisationssequenz dient nur dazu, den Start der Übertragung von Messdaten anzuzeigen, nicht aber den Start jedes einzelnen Datenpakets.

Da die einzelnen Datenpakete eine bekannte Länge haben, ist eine Synchronisation bei der Übertragung jedes einzelnen Datenpakets nicht erforderlich. Die Synchronisationssequenz dient nur zur Kontrolle des Synchronisationszustands.

Über das Kommando $SSQ kann die Synchronisationssequenz gegen eine beliebig andere ausgetauscht werden.

Eine Synchronisation kann auf zwei Wegen erreicht werden:

Man stoppt den Datenfluss vom Gerät, indem vom Computer ein Befehl gesendet wird. Nachdem das Gerät diesen Befehl ausgeführt hat, sendet es "**ready CR/LF**" und beginnt mit der Übertragung eines neuen Datenpakets.

Wird die Synchronisationssequenz nicht an der erwarteten Stelle empfangen, kann auf die korrekte Synchronisationssequenz gewartet werden.

Übertragungszeit

Bei der Auswahl der Baudrate, der Messrate, der Anzahl der Messwerte, die gemittelt werden, dem Datenformat und der Messwerte, die übertragen werden sollen, muss für die Übertragungszeit folgender Zusammenhang beachtet werden.

Die T_B-Zeit, die pro Byte für die Übertragung benötigt wird, errechnet sich zu

$$T_B = \frac{10}{\text{Baudrate}} + 1\ \mu s$$

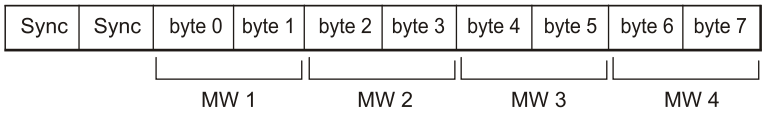
Die Zeit, die insgesamt für das Übertragen eines Datenpakets zur Verfügung steht, ist gerade der Kehrwert der eingestellten Messrate (wenn nicht über mehrere Einzelmessungen gemittelt wird). Wird der Kehrwert der eingestellten Messrate durch T_B dividiert, erhält man die Anzahl der Bytes (N_B), die in einem Zyklus übertragen werden können.

Beispiel

Bei einer Messrate von 1000 Hz und einer Übertragungsrate von 115200 Baud errechnet sich der N_B wie folgt:

$$N_B = \frac{(1/1000)\ Hz}{T_B} = 11{,}39 \text{ (abgerundet 11)}$$

Bei den angegebenen Daten können somit 10 Byte pro Messzyklus übertragen werden.



Zu jedem Datenwort gehören im Binärformat zwei Bytes der Synchronisationssequenz und 8 Bytes für die Übertragung von Messwerten (MW). Jeder Messwert wird als zwei Byte langes Wort dargestellt, sodass in diesem Beispiel vier Messwerte übertragen werden können.

Im ASCII-Format lässt sich bei einer gegebenen Anzahl **n** (bytes/s), die Anzahl **N** (der pro Zyklus aus der Schnittstelle auslesbaren Messwerte) wie folgt bestimmen: **N = (n-1)/6** (folgende Tabelle).

Eine Übersicht der maximalen Anzahl von Messwerten, die bei den verschiedenen Formaten, Baudraten und Messraten übertragen werden kann, entnehmen Sie der folgenden Tabelle.

Datendurchsatz von Messwerten 1/2

Übertragungsrate [Baud]	**9600**		**19200**		**38400**		**57600**	
Format / **Messrate** [Hz]	BIN	ASCII	BIN	ASCII	BIN	ASCII	BIN	ASCII
32	14	4	16	9	16	16	16	16
100	4	1	8	3	16	6	16	9
320	–	–	2	–	5	1	8	2
1000	–	–	–	–	1	–	2	–
2000	–	–	–	–	–	–	–	–
3200	–	–	–	–	–	–	–	–
4000	–	–	–	–	–	–	–	–

Tab. 6-1: Datendurchsatz der Messwerte über die Schnittstellen 1/2

Datendurchsatz von Messwerten 2/2

Übertragungsrate [Baud]	**115200**		**230400**		**460800**		**921600**	
Format / **Messrate** [Hz]	BIN	ASCII	BIN	ASCII	BIN	ASCII	BIN	ASCII
32	16	16	16	16	16	16	16	16
100	16	16	16	16	16	16	16	16
320	16	5	16	11	16	16	16	16
1000	4	1	10	3	16	7	16	13
2000	2	–	4	1	10	3	16	6
3200	1	–	2	–	6	2	12	4
4000	–	–	2	–	4	1	9	3

Tab. 6-2: Datendurchsatz der Messwerte über die Schnittstellen 2/2

6.2 Gerät konfigurieren (seriell RS-232/RS-422, USB)

Mit einer Anzahl verschiedener Befehle, die das Gerät über die RS-232/RS-422- / USB-Schnittstelle empfängt, kann der Sensor konfiguriert werden. Durchfürbar sind Funktionen wie z. B. der Dunkelabgleich.
Mehr dazu in der Befehlsliste (Kap. *9.3* ab Seite *92*).

Menü/ Funktion	**Betriebsart**			**RS-232/RS-422/ USB Befehl**
	1	**2**	**3**	
Hauptmenü				
Dark (Dunkelabgleich)	✓	✓	✓	**$DRK** / **$FDK [**<*averagenumber*>**],[**<*updatefactor*>**]**
S.Rate (Messrate)	✓	✓	✓	**$SRA** <n> / **$SHZ** <32...2000> / **$DCY** <n>
Menü Konfiguration				
data averaging	✓	✓	✓	**$AVD** <1 ... 999>
spectral averaging	✓	✓	✓	**$AVS** <1 ... 999>
set detect. threshold	✓	✓	•	**$THR** <0 ... 4094>
set Q threshold	•	•	✓	**$QTH** <1 ... 999>
set display hold time	•	•	✓	*wird nicht unterstützt*
select confocal sensor	✓	✓	•	**$SEN** <0 ... 15> "Sensor", Choice of optical probe
select used CCD range	•	•	✓	*wird nicht unterstützt*

Menü/ Funktion	Betriebsart			RS-232/RS-422/ USB Befehl
	1	2	3	
select measuring mode	✓	✓	✓	**$MOD** <n> "Mode", Measuring mode
adjust lamp intensity	✓	✓	✓	**$LAI** <1 ... 100>
set serial output data	✓	✓	✓	**$SOD** <$x_0$,$x_2$,... x_{15}>
serial data ASCII/BIN	✓	✓	✓	**$ASC** / **$BIN** "Change Output Format" (ASCII/Binary)
serial port baud rate	✓	✓	✓	$**BDR** <n>
configure analog out 1	✓	✓	✓	**$ANA** <0>,<0 ... 7>,<0 ... 65535>,<0 ... 65535>
configure analog out 2	✓	✓	✓	**$ANA** <1>,<0 ... 7>,<0 ... 65535>,<0 ... 65535>
partial spect. supress	✓	✓	✓	*wird nicht unterstützt*
LCD contrast	✓	✓	✓	*wird nicht unterstützt*
Save set up	✓	✓	✓	$**SSU**
take white reference	✓	✓	✓	$**WHT** <n>

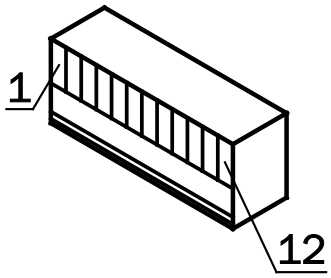
Tab. 6-3: Befehlsübersicht- Auszug

6.3 INTERFACE Dosenleiste

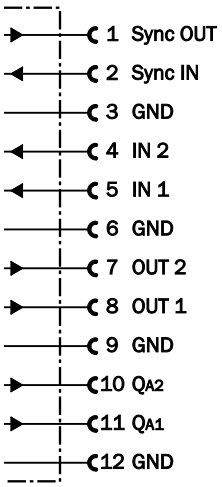
INTERFACE

Die Dosenleiste enthält Synchronisations- und Analogausgänge. Nummeriert sind die Anschlüsse von Pin **1** (links) nach Pin **12** (rechts)!

INTERFACE



GND – Bezugspegel



Signal	Funktion	Beschreibung
Analog Out1	Ausgang	Messwerte als analoge Spannung 0 - 10 V, einstellbar (Tab. 5-3, Seite **63**)
Analog Out 2	Ausgang	Messwerte analoge Spannung von 0 - 10 V, einstellbar (Tab. 5-3, Seite **63**)
Sync In	Trigger-Eingang	Eine positive Flanke von 0 V nach 5-24 V bewirkt je nach Einstellung des Geräts: • Start der Dauermessung aus dem Zustand "Wait for Trigger" heraus. • Auslösen einer Einzelmessung in der Betriebsart "Trigger each" • Beenden einer Einzelmessung und Start der nächsten Einzelmessung in der Betriebsart "Ext. Timing" • Inkrementieren des Encoderzählers für Achse 0, wenn dieser in der Betriebsart "Pulszähler" ist. Das Gerät unterscheidet Pulse, die kürzer als 13 µs sind von längeren Pulsen. Diese Information wird dem Ergebnistelegramm der durch diesen Puls ausgelösten Messung mitgegeben. So können mehrere Geräte synchronisiert werden. • Der Eingang ist intern mit einem 10 kOhm Pullup-Widerstand nach 5 V ausgestattet.
Sync Out	Sync. Ausgang	Positive Flanke 0 V nach 5 V beim Start jeder einzelnen Messung. Die Pulsdauer beträgt normalerweise 50 µs, jede Sekunde wird ein Puls auf 10 µs verkürzt. Dies dient der Synchronisation von mehreren Geräten, wenn diese über ihren Sync-In Eingang mit dem Sync-Out verbunden sind.

Tab. 6-4: Interface Dosenleiste

Wait for Trigger – Signalverhalten an Analog Out

Der Sensor stoppt nach der Übertragung des aktuellen Datentelegramms und geht in einen Wartezustand.
Der zuletzt übertragene Analogwert bleibt bis zur nächsten Belichtung bestehen (siehe Befehl: $TRG).

6.4 RS-232/RS-422 – Serielle Schnittstelle

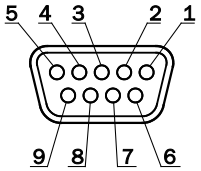
RS-422/RS-232

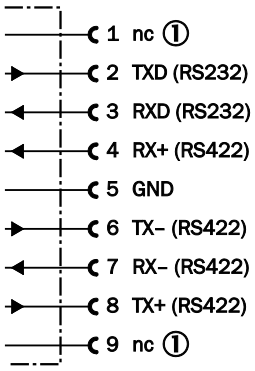
Zum Auslesen der Messwerte nach *Tab. 4-2* Seite *63* und Steuerung, Konfigurierung des Geräts. Max. Übertragungsrate: 921600 Bd.

Beide Schnittstellen sind auf dem gleichen Stecker untergebracht. Die Auswahl zwischen RS-232 und RS-422 erfolgt automatisch. Wenn ein Signal (Ruhesignal ca. –5V) auf dem RX-Eingang der RS-232-Schnittstelle liegt, ist der Eingang dieser Schnittstelle aktiv. Anderenfalls ist der Eingang der RS422-Schnittstelle aktiv.
Die Datenausgabe auf beiden Schnittstellen erfolgt gleichzeitig.

Bemerkung: Wenn eine USB-Verbindung besteht, ist diese automatisch als Dateneingang aktiviert, die RS-232-/422–Eingänge sind abgeschaltet (Die Datenausgabe erfolgt parallel über die RS-232/422-Ausgänge).

Belegung SUB-D9-Stecker für die Verbindungsleitung zum Sensor:

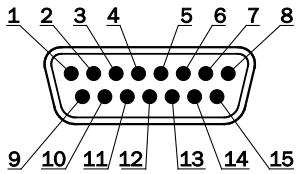


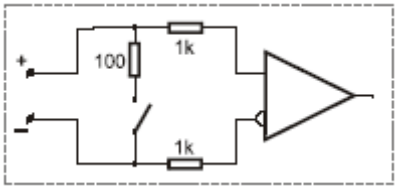


① not connected

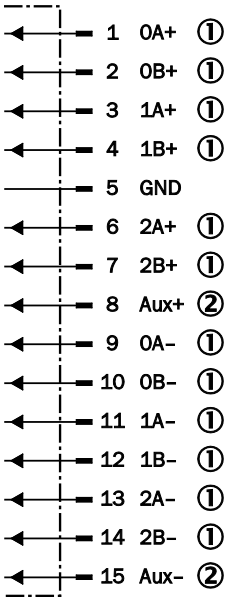
6.5 Encoder – Schnittstelle

Sub-D15





differentieller Eingang, 1 Kanal



① 0, 1, 2: Achsenindex
A+, A–, B+, B-: differenzielle Signalpaare des Encoders

② Aux+, Aux–: differenzielles Signalpaar Hilfseingang

Für eine exakte Distanz- oder Schichtdickenmessung ist es nötig, dass jedem Messwert genau die richtigen Ortskoordinaten zugeordnet werden. Diese Daten werden im System erfasst und über die interne Schnittstelle an den Sensor übergeben. Hierfür ist der Sensor mit einer Encoder-Schnittstelle versehen.

Standardmäßig sind die differentiellen Signalleitungen intern mit 100 Ohm abgeschlossen.

Werden die Encoder-Signale zusätzlich noch an andere Geräte weitergeleitet und dort terminiert, kann der 100 Ohm Abschluss auch deaktiviert werden.

Da hierzu das Gerät geöffnet werden muss, sollte vorher der SICK Kundendienst kontaktiert werden.

7 Wartung

Allgemeine Sicherheitsvorschriften

Kenntnisse und Verhaltensweise hinsichtlich folgender allgemeingültiger Sicherheitsvorschriften werden vorausgesetzt:

VDE	Bestimmungen, insbesondere VDE 0100/ 0837
BGV A1	Allgemeine Vorschriften
BGV A3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

oder die entsprechenden Bestimmungen des Landes.

Personalanforderung

Sämtliche Tätigkeiten zur Instandsetzung und jegliche Eingriffe zum Beheben von Fehlern erfordern besondere Kenntnisse und dürfen nur von ausgebildetem Fachpersonal ausgeführt werden.

Das Fachpersonal muss entsprechend den Vorschriften und Sicherheitshinweisen belehrt und auf die möglichen Gefahren hingewiesen werden. Die vorgeschriebenen Schutzmittel sind einzusetzen.

Die SICK AG haftet nicht für Schäden, die durch eine unsachmäßige Installation beziehungsweise durch einen unsachmäßigen Eingriff seitens unbefugter Personen entstanden sind.

VORSICHT

Gefährliche elektrische Spannung

Vor allen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an dem Gerät ist dieses gegen Einschalten zu sichern.

Wartungstätigkeiten

Die Wartung ist einfach und beschränkt sich auf die externen optischen Komponenten des Messsystems.

Am optischen Sensor erlaubte Wartungstätigkeiten:
Reinigen von Messkopf und optischer Faser, wenn keine optimale Lichteinkopplung in die Faser erreicht wird (Kap. *7.1* ab Seite *87*).

7.1 Messkopf, optische Faser pflegen / reinigen

Bei bekannten Messobjekten wird die Messempfindlichkeit nicht erreicht: optische Komponenten prüfen und reinigen
(Frontlinse am Messkopf und die Faserenden).

① Optische Faser
② Faserdose, Messkopf
③ Frontlinse, Messkopf
④ Faserdose, Gerät

Abb. 7-1: Wartung – Sensor, Messkopf pflegen

ACHTUNG

Frontlinse

Auf der Frontlinse des Messkopfs befindet sich eine Antireflexschicht. Chemische Reaktion (z. B. Lösungsmittel) kann diese beschädigen.

Staub entfernen: reines, fettfreies und trockenes Gas aus Druckdosen verwenden.

Entfetten: ein in Ethanol getränktes weiches, fusselfreies Tuch verwenden oder Objektivreiniger aus dem Fotohandel.

Zum Reinigen der Anschlüsse am Sensor ist im Lieferumfang ein Päckchen Reinigungsstäbchen enthalten.
Diese können verwendet werden für die Anschlüsse des E2000-Systems sowie die FC/APC-Anschlüsse am Sensor.
Stäbchen nur einmal und trocken verwenden.

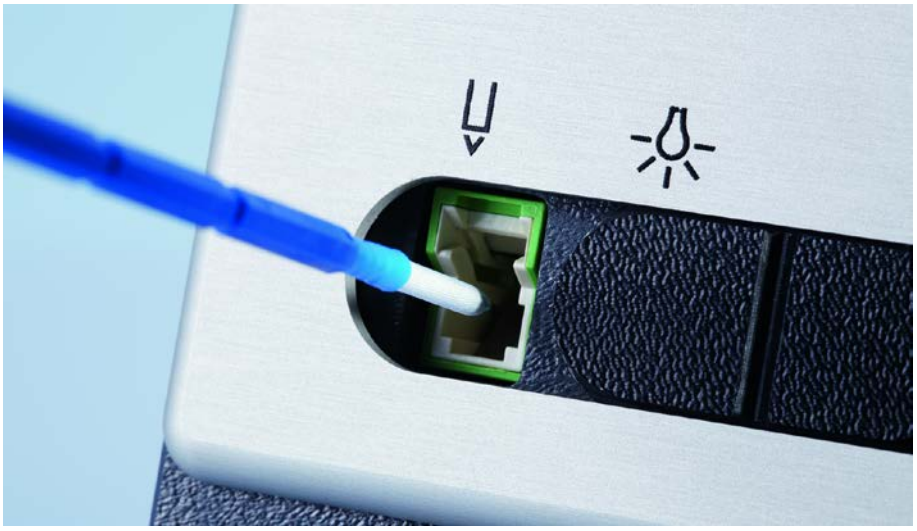


Abb. 7-2: Reinigungsstäbchen verwenden

Stäbchen mit der weißen Seite zur Reinigung in die Dose einführen.
(Dose E2000-System: Metallfeder leicht nach unten drücken.)

Stäbchen einmal um seine Längsachse drehen und wieder entfernen.

Zum Lokalisieren der verschmutzten Stelle die Service Funktion "fibre connector clean" verwenden (*Kapitel 5.3.18, Seite 70*).

8 Störungsbehebung

Störung	Ursache	Maßnahme
Display leuchtet nicht	keine Netzspannung	Netzanschluss prüfen.
Dunkelabgleich meldet zuviel Streulicht (> 150)	Verschmutzung am Messkopf, an der optischen Faser, am Gerät.	Folgende Komponenten auf Verschmutzung prüfen, ggf. reinigen: Frontlinse des Messkopfs Faserenden und Faserdosen am Messkopf und am Gerät. Kann der Fehler nicht behoben werden, das Gerät zur Reparatur an SICK senden.
	Defekter Messkopf oder defekte optische Faser.	Messkopf optisch prüfen, ggf. austauschen (Ersatz bestellen). Faser optisch auf Defekt prüfen
Anzeige, Weißabgleich "too much light on CCD!" oder "not enough light on CCD!"	Position des Spiegels im Weißabgleichtool nicht korrekt.	Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm, ggf. Weißabgleich neu starten.
Gerät zeigt keine gültige Messung an. (Intensität und Abstand = 0)	Messobjekt ist außerhalb des Fokusbereiches, Messkopf steht zu schräg zur Messoberfläche.	Messobjekt im Messbereich positionieren (*Tab. 2-2).*
	Messkopf ist nicht bzw. unsachgemäß angeschlossen.	Anschluss des Messkopfs prüfen, ggf. defektes Teil austauschen.
	Schwellenwert Intensität ist zu hoch.	Schwellenwert verringern (Kap. *5.3.5*).
	Messrate für Messobjekt zu hoch.	Messrate verringern (Kap. *5.2.1*).
Sensor sendet keine Daten über die Schnittstelle	$STO Befehl wurde gesendet	$STA Befehl und anschließend $SSU Befehl senden.
Intensitätsanzeige blinkt (Int: 999)	Sensor ist übersteuert, dadurch verringert sich die Genauigkeit	Messrate erhöhen (Kap. *5.2.1*) oder LED-Intensität verringern (Kap. *5.3.9*).
Anzeige der gemessenen Dicke stimmt nicht mit dem erwarteten Wert überein	Brechungsindex falsch eingestellt.	Brechungsindex anpassen, ("Betriebsart auswählen" Kap.*5.3.8).*
Konfigurationsänderungen gehen nach jedem Abschalten des Geräts verloren	Konfiguration wurde nicht im EEPROM gespeichert.	Konfiguration nach Änderung, beim Verlassen des Konfigurationsmenü speichern (mit YES bestätigen)

Tab. 8-1: Störungsanalyse

9 Anhang

9.1 Datenschnittstelle

9.1.1 Schnittstellenarten

Der Sensor unterstützt 3 unterschiedliche Schnittstellen zur Datenübertragung:

1. USB Full speed (12MBit/Sek)
2. RS-232 bis zu 921600Bits/Sek)
3. RS-422 bis zu 921600Bits/Sek)

Welche Schnittstelle aktiv ist hängt von den folgenden Faktoren ab:

Besteht eine USB Verbindung zwischen Sensor und Host- PC wird diese als aktive Schnittstelle ausgewählt. Die Datentelegramme sowie die Rückantworten auf die Befehle werden trotzdem auch über die serielle Schnittstelle übertragen (921600Bits/sec). Es werden aber keine Daten der seriellen Schnittstelle empfangen.
Besteht keine USB-Verbindung und ein RS-232-Stecker (Standardbelegung) ist angeschlossen, ist diese Schnittstelle aktiv. Der Sensor nutzt die negative Spannung am RXD Pin um eine RS-232-Verbindung zu erkennen.
Ist keine der oben genannten Verbindungen vorhanden, ist die RS-422-Schnittstelle aktiv.
Zur Verwendung der USB-Verbindung muss ein Treiber installiert werden. Dieser Treiber bildet die USB Schnittstelle als virtuellen Com Port auf dem PC ab. Für alle 3 Schnittstellen ist daher nur eine Software notwendig.

Die serielle Schnittstelle arbeitet ohne Hard- oder Software-Handshake*.*
Um eine korrekte Übertragung der Messdaten zu gewährleisten, muss der Computer daher jederzeit in der Lage sein, ankommende Daten zu empfangen. Daher ist bei Verwendung der maximalen Baudrate (921600) der Einsatz einer Schnittstellenkarte mit Fifo-Speicher zu empfehlen.

Die Baudrate der seriellen Anschlüsse kann über die Funktionstasten am Sensor (**[F4]** > **[F3]**...: **serial port baud rate**), oder über das Kommando **"$BDR"** eingestellt werden (Befehlsbeschreibung).
Sie kann Werte zwischen 9600 Bits/s und 921600 Bits/s annehmen.
Empfohlen wird die Verwendung der höchsten Baudrate, um auch die größt mögliche Messrate von 2kHz verwenden zu können. Die virtuelle USB-Schnittstelle arbeitet mit 921600 Bd.

Weitere Kommunikationsparameter der seriellen Anschlüsse:

- 8 Bit Werte
- keine Parität
- 1 Stop Bit
- keine Flussteuerung

9.2 Datentelegrammformat

Während des normalen Betriebs sendet der Sensor kontinuierlich Datenpakete. Die Datenausgaberate entspricht der Messrate dividiert durch die Anzahl der Mittelungen.
Jedes Datenpaket besteht aus bis zu 16 Datenwörter, jedes 16 Bit lang. Sie können entweder als Dezimalzahlen in ASCII-Zeichen oder im 2 Byte Binärformat dargestellt werden.
Die zu übertragenden Datenworte werden aus einer Liste möglicher Werte ausgewählt. Jedes Einzelne kann separat ausgewählt werden. Die Bedeutung der einzelnen Werte hängt von der jeweiligen Betriebsart ab und ist in Kapitel *5.3.13* ab Seite *62* näher erläutert.

ASCII Mode

Telegramm Format: <data 0>,<data 1>,....,<data N>CR/LF
("data *n*" steht für ein übertragenes Datenwort).

Die ausgewählten Datenworte (Kommando $SOD oder $SODX) werden im ASCII-Format als 5-stellige Dezimalzahlen ausgegeben. Jedes Wort kann Werte zwischen 00000 und 65535 annehmen und ist durch ein "Komma" von dem darauf folgenden getrennt.
Jedes Datentelegramm wird mit **CR / LF** abgeschlossen.

Beachten: Die maximale Übertragungsrate im ASCII-Format reicht nicht aus, um mit einer Messrate von 4 kHz zu arbeiten. Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung für das Binär-Format verwenden.

Binär Mode

Telegram Format: (Die Werte in den <> stehen für ein übertragenes Byte. Das Vorzeichen 0x indiziert die hexadezimale Schreibweise.)
<0xFF>,<0xFF>,<data 0 MSB>,<data 0 LSB>,...,<data N MSB>,<data N LSB>

Jedes Telegramm besteht aus den gewählten Datenworten, high byte first, und beginnt mit einer Synchronisationssequenz (default 0xFF, 0xFF, kann aber mit **$SSQ**-Kommando verändert werden).
Da die Länge jedes einzelnen Datenpakets bekannt ist, bleibt eine einmal durchgeführte Synchronisation erhalten. Eine erneute Synchronisation ist nur erforderlich, wenn die Synchronisationssequenz nicht an der erwarteten Stelle auftritt.
Eine Synchronisation kann auf zwei Wegen erreicht werden:
Den Datenfluss vom Gerät stoppen, indem vom Computer ein Befehl gesendet wird. Nachdem das Gerät diesen Befehl ausgeführt hat, sendet es "**ready CR/LF**" und beginnt mit der Übertragung eines neuen Datenpakets 0.
Wird die Synchronisationssequenz nicht an der erwarteten Stelle empfangen, muss auf die korrekte Synchronisationssequenz gewartet werden. Dies wird den Datenfluss nach einigen Zyklen synchronisieren, da sich die übertragenen Datenworte ändern.

Es ist bei der Auswahl von Baudrate, Messrate, Mittelungen sowie Datenformat und zu übertragende Messwerte darauf zu achten, dass die Übertragung vollständiger Datentelegramme möglich ist.
Beachte: Die T_B-Zeit, die pro Byte für die Übertragung benötigt wird, errechnet sich aus

$$T_B = \frac{10}{\text{Baudrate}} + 1\ \mu s$$

Beispiel

Bedingung: Messrate = 1000 Hz und Übertragungsrate = 115200 Baud

1/1000Hz / (10/115200Bd + 0.000 001sec) = 11,39

≈ 10 Bytes

Das heißt: 2 Bytes (Synchronisationssequenz) + 4*2 Bytes (Daten) können bei 1 kHz im binären Datenformat übertragen werden (Tab. **6.1**, Kap. *6.1*).

9.3 RS-232/RS-422 – USB Befehle

9.3.1 Typographie

Courier:	Alles, was exakt wie angegeben gesendet oder empfangen wird, z. B. Befehle und Rückantworten.
<x>	Werte oder Namen in spitzen Klammern <> sind Funktionsargumente, die zum Sensor gesendet werden oder Werte einer Rückantwort. Falls nichts anders erwähnt ist, sind numerische Werte Ganzzahl- Werte.
<0 .. 500>	Zwei durch ".." getrennte numerische Werte beschreiben einen Bereich. Jeder der darin enthaltenen Werte, inklusive der Grenzen, kann eingegeben werden.
<0,1>	Durch Komma getrennte Werte beschreiben eine Auswahl vorgegebener Werte. Nur diese Werte können eingegeben werden oder in der Rückantwort enthalten sein.
[<x>]	Argumente in eckigen Klammern sind optional. Wenn ein Kommando mehr als einen optionalen Parameter hat, erfolgt die Auswertung durch den Sensor von links nach rechts. Wird z. B. ein Argument nicht gesendet, wertet der Sensor immer das letzte Argument als fehlend.
[**CR**]	Zeilenrücklauf (#13), carriage return
[**LF**]	Zeilenvorschub (#10), line feed
[**CR/LF**]	Zeilenrücklauf gefolgt von einem Zeilenvorschub (#13 #10)

9.3.2 Generelles Kommando (Befehls-) Format

$Kommando <Argument1> <Argument2> ....<Argument n>[**CR**]

Jedes Kommando (Befehl) beginnt mit einem **$**, gefolgt von mindestens drei Buchstaben.

Alle zum Sensor gesendeten Zeichen, mit Ausnahme des "**$**", werden außerhalb einer Kommandofolge ignoriert und nicht zurück gesendet.

Nachdem das "**$**" empfangen wurde, stoppt der Sensor die Datenübertragung und liefert die Kommandozeichenfolge (inclusive $) und die Argumente zurück. Es ist nicht notwendig mit dem Senden der Befehle zu warten bis der Datenstrom gestoppt hat.

Während einer Befehlssequenz sind die 4 Bedientasten am Sensor gesperrt.

Argumente müssen durch ein nicht numerisches Zeichen, z. B. ein Leerzeichen, getrennt werden (ein Komma sollte nicht verwendet werden, da einige Parameter als Gleitkommazahlen formatiert sind und somit ein Komma als Dezimalkomma fehlinterpretiert werden kann). Falls nichts anderes erwähnt ist, sind die Parameter Integer-Werte.

Unabhängig, ob das ASCII oder Binärformat für die Datenausgabe ausgewählt wurde, sind alle Argumente und Rückmeldungen im ASCII-Format.

Befehle, die Parameter erwarten, müssen mit einem carriage return (#13) abgeschlossen werden (diese Sequenz wird ebenfalls zurück geliefert).

Einige Befehle akzeptieren ein Fragezeichen als Argument und liefern die aktuell eingestellten Parameter zurück.

Wenn der Sensor das vollständige Kommando erhalten und die entsprechende Aktion ausgeführt hat, wird eine befehlsspezifische Antwort zurück gesendet.

Ist ein Kommando vollständig abgeschlossen, sendet der Sensor "ready[CR/LF]" und setzt den normalen Betrieb fort.

9.3.3 Tabelle "Befehle und Antworten"

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
AAL	<0, 1> [<0 .. 255>] oder <?>	–	<0,1> <Belichtungsgrad der CCD>	"Auto Adapt" An/Aus-Schalten der automatischen Helligkeitsanpassung, Belichtungsgrad des CCD. Die Autoadapt-Funktion wird auch durch Senden des LAI Befehls ausgeschaltet!	5.95
ABE	<0 .. 500, ?>	–	<Abbe Zahl>	Einstellen der Abbe-Zahl für die Dispersionskorrektur zur Dickenmessung, Argument in Gleitkomma ("." oder "," als Dezimalpunkt) - 0 steht für "keine Aberration"	5.95
ANA	<0,1> <n> <v0> <v10> oder <0,1> <?>	–	<Nummer des Ausgangs>, <Index der Datenwerte>, <untere Grenze>, <obere Grenze> Werte durch Kommata getrennt	"Analogausgang konfigurieren" - Nummer des Ausgangs (0 oder 1), - n: Index des Datenwerts, - v0: Wert für 0 V - v10: Wert für 10 V	
ASC	–	–	–	"ASCII": Datenausgabe erfolgt im ASCII-Format	
AVD	<1 ... 999, ?>	–	<Anzahl der Mittelungen>	"Datenmittelung" Anzahl der Mittelungen	
AVR	<1...999, ?>	–	<n> n ist die Anzahl der Datenmittelungen * Anzahl der gemittelten Spektren	"Mittelung" (überholtes Kommando, besser $AVD oder $AVS verwenden). Bei Verwendung dieses Befehls wird die Mittelung des Rohspektrums wieder auf 1 gesetzt!	
AVS	<1 .. 999, ?>	–	<Anzahl der gemittelten Spektren>	" Spektrenmittelung" Anzahl der Spektrenmittelungen	5.90
BIN	–	–	–	"Binär-Format": Datenausgabe im Binär-Format	5.90
BDR	<0 ... 7>	–	<Index der Baudrate>	"Baudrate" Index der Baudrate in [Bit/s] 0: 9600; 1: 19200; 2: 38400; 3: 57600; 4: 115200; 5: 230400; 6: 460800; 7: 921600	5.90

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
CRA	<0...999> <0...999> oder **?**	Falls nicht erfolgreich: **Error PrepInterfMODE=**<x> x ist ein Fehlercode	<Start Pixel> <Stopp Pixel>	"CCD-Range" Setzen des CCD Bereichs für den interferometrischen Messbetrieb (Start Pixel, Stopp Pixel). Die Ausführung des Befehls muss überprüft werden, da ungültige Werte nicht angenommen werden.	5.93
CTN	–	–	–	"Continue" (Measuring) Normalbetrieb fortsetzen	5.90
DCY	<1..49, 100, ? >	Bei ungültiger Einstellung: **not valid**	Länge des kürzeren Belichtungsintervalls in % des Abtastintervalls	"Duty cycle" Belichtungsverhältnis der Doppelbelichtung in % (1-49% oder 100% für Einzelbelichtung). Nur im konfokalen Messverfahren gültig! **ACHTUNG** **Nicht alle Kombinationen von SHZ und DCY Einstellungen sind gültig. Einstellung durch Abfrage überprüfen!**	5.90
DRK	–	<n>**(**<x>**)** n: Index der kleinsten möglichen Messrate x: kleinste Frequenz in Hz, Gleitkomma	–	"Dunkelabgleich" Dunkelabgleich durchführen und speichern	5.90
ENC	<0,1,2> <-2147483648 .. 4294967295, ?>	–	Encoder Position	"Encoder Position": -Index der Achse -Position (treated modulo 2^32) -das Argument kann durch die Abfrage mit "?" ersetzt werden um die Positionsangabe zu erhalten (Detailbeschreibung)	5.90
EQN	equalize noise	–		"Rauschen homogenisieren" Nur im interferometrischen Messmode verfügbar.	5.90

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
ETR	<Funk. Index> <Argument>	–	(Detailbeschreibung)	"Encoder Trigger", (Detailbeschreibung)	5.90
EXT	–	–		"Externes Timing" (Detailbeschreibung)	5.90
FDK	[<1..300>] [<0..32767>]	**(**<x>**)**" *x* entspricht der virtuellen Belichtungsrate in Hz bei welcher das CCD gesättigt wäre	–	"Fast Dark", wird nicht gespeichert – optional: Anzahl der zu mittelnden Belichtungen (Standard: 50) – optional: Einflussfaktor. 0 lässt den alten Dunkelabgleich unverändert, 32767 ersetzt ihn vollständig	5.90
IDE	–	Schlüssel-Werte Paare getrennt durch [**CR**/**LF**] ähnlich dem Ini-File Format	–	"Identifikation" Erweiterbares Kommando zur Sensor Identifikation. (Detailbeschreibung)	5.95
LAI	<0...100, ?>	–	<Wert in %>	"Lampen Intensität" LED Version: Einstellung der Strahlzeit der LED zwischen 1-100% der Belichtungszeit. Dieses Kommando schaltet die Autoadapt-Funktion aus! Halogen Version: Lampenspannung 12 V in %, 1-104%	5.90
LLM	<0...32767, ?>	–	<linker Grenzwert >	"Linkes Limit" untere Grenze der Dickenmessung im interferometrischen Mode (2), 32768 = full scale	5.90
LMA	<0,1, ?>	–	<0,1>	"Limit aktivieren" Aktiviert Limits zur Dicken-messung im inter-ferometrischen Messmode. "0" Deaktivierung "1" Aktivierung	5.90
LOC	<0,1>	–	–	"Tastensperre" "0" Entsperren "1" Sperren	5.90
LRT	<1..16> <1024> Tabelle	–	–	"Lade Brechungsindex-Tabelle	5.96

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
MOD	<0...2, ?>	Keine, falls erfolgreich, ansonsten: **Error PrepInterfMODE=**<x> x ist ein Fehlercode **not valid** falls der interf. Mode nicht freigeschaltet ist.	entweder: **0(confocal, 1 surface)** oder: **1(confocal, 2 surface)** oder: **2(interfer. thickness)**	"Messmode" Auswahl des Messmode: 0 = konfokal, Distanz 1 = konfokal, Dicke 2 = interferometrisch, Dicke	5.90
OPD	<Index der Funktion> <Wert, ?>	(Detailbeschreibung)	(Detailbeschreibung)	"Betriebsdaten" Index der Funktion 0= Lampen Betriebsstunden 1= Lampen Betriebs-stundenalarm 2= Betriebszeit 3= Anzahl Startvorgänge	5.95
QTH	<1 .. 999, ?>	–	<Qualitätsschwellen-wert>	"Qualitätsschwellenwert"	5.90
RLM	<0 .. 32767, ?>	–	<rechter Grenzwert>	"Rechtes Limit" obere Grenze der Dicken-messung im interferometrischen Mode (2), 32768 = full scale	5.90
SCA	–	<Skala> Full scale in µm	–	Skalenendwert in µm	5.90
SEN	<0 .. 15, ?>	–	<Index des Messkopfs>	"Messkopf" Tabellenplatz des angeschlossenen Messkopfs	5.90
SENX?	–	<n**>, SNr:** <x>**, Range:** <*y*>**µm** n: Tabellenplatz x: Seriennummer des Messkopfs y: Messbereich	–	Erweiterbare Abfrage zum optischen Messkopf	5.93
SHZ	<32 .. 2000, ?>	–	<x> **HZ** x exakte Messrate in Hz im Gleitkomma Format	"Frei wählbare Messrate".	5.90

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
SOD	<0,1> <0,1> <0,1> ...<0,1> (max. 16 times) or <?>	–	<0,1>,<0,1>,...,<0,1> (16 times)	"Auswahl der Ausgabe-daten". Alle 16 möglichen Datenworte müssen angesprochen werden. 1 =Ausgabe; 0= keine Ausgabe **ACHTUNG Die Befehle SOD und SODX dürfen nicht gemischt werden!**	5.90
SODX	<0..17> <0..17> ... <0..17> (max. 16 Werte) oder <?>	–	<0..17> <0..17> ... <0..17> (max. 16 Werte)	"Erweiterte Auswahl der Ausgabedaten" Definition der Ausgabedaten durch Aufzählung der entsprechenden Indizes **ACHTUNG Die Befehle SOD und SODX nicht mischen!**	5.94
SRA	<3..7, ?>	–	<Index der Messrate> <Messrate in Hz> **Hz**	"Messrate" Index der Messrate: 3:32 Hz; 4:100 Hz; 5:320 Hz; 6:1 kHz; 7:4 kHz; Bei Abfrage bedeutet 127, dass die Messrate mit $SHZ eingestellt wurde.	5.90
SRI	<1..4>	–	<Brechungsindex> bei spektraler d-Linie (587,567 nm)	"Einstellen des Brechungsindex" bei der spektralen d-Linie (587,567 nm) Argument im Gleitkomma-Format ("." oder "," als Dezimalpunkt)	5.90
SRT	<0..16>	<0..16>**:***Tabellenname* [**CR/LF**]	<0..16>**:***Tabellenname* [**CR/LF**]	Brechungsindextabelle auswählen. 0 = keine Tabelle gewählt (Dispersionsmodell basierend auf n_d und v_d)	5.96
SSQ	<0..255> <0..255>	–	–	"Synchronisations-Sequenz"	5.90
SSU	–	–	–	"Speichern" Speichert die eingestellten Parameter im EEPROM	5.90

Befehl	Argument	Antwort	Abfrage mit "? " statt eines Arguments: Antwort	Bemerkung	Gültig ab Version
STA	–	–	–	Startet die serielle Datenausgabe. Zustand wird im EEPROM gespeichert, wenn das SSU-Kommando gesendet wird. Nach Neustart beginnt der Sensor sofort mit der Datenausgabe.	5.90
STO	–	–	–	Stoppt die serielle Datenausgabe Dieser Zustand wird im EEPROM gespeichert, wenn das SSU-Kommando gesendet wird. Wenn er gespeichert wurde, erfolgt daher beim nächsten Start solange keine Datenausgabe, bis das Kommando $STA gesendet wird.	5.90
STS	–	Status Report, liefert die Einstellungen einiger Parameter	–	"Status" (Kommando veraltet)	5.90
THR	<0..4094, ?>	–	<Schwellenwert>	"Threshold" Schwellenwert für die Peakermittlung im konfokalen Messbetrieb (0 und 1)	5.90
TRE	–	–	–	"Trigger Each" – Mode	5.90
TRG	–	–	–	"Warten auf Trigger" Stoppt den Sensor nach Abschluss des aktuellen Datentelegramms und setzt ihn in einen Wartezustand.	5.90
VER	–	Versionsstring		Ausgabe der Version	5.90
WHT	**3141**	**Int. ok!** [**CR/LF**] oder **Int. too weak!** [**CR/LF**] oder **Int. too high!** [**CR/LF**]		Weißabgleich	5.90

Tab. 9-1: Liste der Befehle

9.3.4 Detaillierte Kommando Beschreibung

Nachdem der Sensor die vollständige Befehlssequenz erhalten hat und die entsprechenden Befehle ausgeführt hat, sendet er die Zeichen "**ready[CR/LF]**" und setzt den Betrieb fort.

$AAL<0,1> <0 .. 255>
oder
$AAL?

Automatische Helligkeitsanpassung [Auto adapt]
Verfügt der Sensor über eine LED- oder SLD-Lichtquelle, kann die Intensität automatisch geregelt werden, um optimale Messergebnisse zu erzielen. Der Algorithmus hält die Intensität auf dem CCD durch Anpassung der Strahlzeit der Diode auf einem bestimmten Niveau. Der Sollwert wird als Grad der Sättigung im zweiten Parameter eingestellt. Wird kein zweiter Parameter eingegeben, behält der Sensor die aktuelle Einstellung bei.

Erster Parameter: 0 steh t für "Autoadapt AUS",
1 steht für "Autoadapt EIN".
Zweiter Parameter: Wert des CCD Belichtungsgrade (255=Sättigung).
Ein Wert 80 (=30%) wird empfohlen.

Beispiel 1: **$AAL1 80**[**CR**]
Antwort: **$AAL1 80**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$AAL?**
Antwort: **$AAL?1 80ready**[**CR/LF**] auch: $LAI

$ABE<0 .. 500, ?>

Abbe Zahl [Abbe number]
Der Brechungsindex ist abhängig von der Wellenlänge (Dispersion). Um die Dicke einer gemessenen Schicht korrekt angezeigt zu bekommen, muss daher die Abbe Zahl berücksichtigt werden.
Eine niedrige Abbe Zahl steht für eine starke Dispersion, eine hohe Abbe Zahl bedeutet geringe Dispersion.
ABE =0 deaktiviert die Dispersion! (ab Version 5.94 verfügbar)
Der Wert kann als Gleitkomma unter Verwendung von "," oder "." eingegeben werden.

Beispiel 1: **$ABE55,8**[**CR**]
Antwort: **$ABE55,8**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$ABE?**
Antwort: **$ABE?55.8ready**[**CR/LF**] (hier wurde "." als Dezimalpunkt verwendet)
auch: $SRI, $SRT, $MOD, $CRA

$ANA <0,1> <0 .. 17>
<0 .. 65535> <0 .. 65535>
oder
$ANA <0,1> ?
oder
$ANA?

"Analogausgang konfigurieren" [Configure analog output]
Alle intern erzeugten Ergebnisse/ Werte können über einen der Analogausgänge ausgelesen werden. Die Werte sind linear skaliert, sodass der untere Grenzwert zur Ausgangsspannung 0 V und der obere Grenzwert zur Ausgangsspannung 10 V gehört. Werte außerhalb des programmierten Bereichs werden auf 0V oder 10V gerundet.
Erster Parameter: Index des angesprochenen Analogausganges
(0 für Ausgang 1 oder 1 für Ausgang 2)

Zweiter Parameter: Index der Daten, die ausgegeben werden sollen
(Liste der Indizes Seite 9-111)

Dritter Parameter: Untergrenze (für 0V)

Vierter Parameter: Obergrenze (für 10V)

Es gibt zwei Methoden die aktuellen Einstellungen abzurufen. Eine für den Abfrage beider Ausgänge gleichzeitig (Rückantwort Index 0, Untergrenze 0, Obergrenze 0, Index 1, Untergrenze 1, Obergrenze 1) und eine für die Abfrage eines Ausgangs.

Beispiel 1: **$ANA1 3 0 4095**[**CR**]
Antwort: **$ANA1 3 0 4095**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$ANA1 ?**
Antwort: **$ANA1 ? 3,0,4095ready**[**CR/LF**]

Beispiel 3: **$ANA?**
Antwort: **$ANA? 0,0,32767,3, 0,4095ready** [**CR/LF**]

$ASC
auch: $BIN

ASCII [ASCII]
Wechselt das Ausgabeformat zu ASCII

$AVD <1 .. 999, ?>
auch: $AVR, $AVS

Datenmittelung [Data averaging]
Dieses Kommando bezieht sich auf die Mittelung von Distanz und Intensität.
Es mittelt die eingegebene Anzahl an Ergebnissen vor der Ausgabe. Die Mittelung ist kein gleitender Mittelwert, daher reduziert sichdie Datenausgaberate um den eingegebenen Faktor n.

Ungültige Werte (aufgrund geringer Intensität oder Qualität) werden bei der Mittelung nicht berücksichtigt und beeinflussen das Ergebnis daher nicht. Diese ungültigen Werte werden übersprungen, ohne dass das Mittelungsintervall verlängert wird. Es hat demnach auch keine Auswirkung auf die Datenausgaberate.

Vorsicht
Bei der Verwendung der Datenmittelung im interferometrischen Messmodus: Die 3 ausgewählten Dicken werden entsprechend Ihrer Signalqualität sortiert. Diese kann teilweise stark schwanken. Daher kann es vorkommen, dass verschiedene Schichtdicken eines Multilayer - Systems durch die Mittelung irrtümlicherweise vermischt werden!

Die Verwendung der Datenmittelung im Doppelbelichtungsmode ($DCY ungleich 100%) ist nicht sinnvoll, da die Intensitäten von kurzen und langen Belichtungsintervallen gemischt werden.

Im Trigger each mode gibt es nur einen Puls am Sync out zu Beginn der zu mittelnden Daten. Dieser Puls signalisiert den Beginn der ersten gemittelten Belichtung des Intervalls. In den anderen Moden wird pro CCD Belichtung ein Puls am Sync out erzeugt, unabhängig von der Mittelung.

Beispiel 1: **$AVD 10**[**CR**]
Antwort: **$AVD 10**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]
Beispiel 2: **$AVD?**
Antwort: **$AVD? 200ready**[**CR/LF**]

$AVR <1 .. 999, ?>
auch: $AVD, $AVS

Mittelung [Averaging]
Achtung: **Veraltet, ersetzt durch $AVD**
Beschreibung, **$AVD**

Aufgrund der Kompatibilität mit älteren Softwareversionen, wird die **Spektrenmittelung auf 1 zurückgesetzt.**

$AVS <1 .. 999, ?>

Spektrenmittelung [Spectral averaging]
Das vom Spektrometer gemessene Rohspektrum kann gemittelt werden, um das Rauschen zu reduzieren. Dies erweitert den dynamischen Bereich, da das Rauschen durch den Faktor 1/sqrt (n) reduziert wird, während das Sättigungslimit erhalten bleibt. Um die erweiterte Dynamik nutzen zu können, muss der Schwellenwert (**$THR**) entsprechend reduziert werden.

Vorsicht bei der Verwendung der Spektrenmittelung in folgenden Situationen:

- interferometrischer Messbetrieb und bewegliche Messobjekte, besonders bei großen Dicken. Die Überlagerung unterschiedlicher Spektren kann zur Auslöschung der Interferenz führen.
- Konfokaler Messmodus und schnell wechselnde Distanzen. Der spektrale Antwortpeak wird erweitert und daher das Ergebnis weniger zuverlässig.
- im Doppelbelichtungsmodus (DCY ≠ 100%) ist die Spektrenmittelung nicht möglich!

Im Trigger each mode gibt es nur einen Puls am Sync out zu Beginn der zu mittelnden Daten. Dieser Puls signalisiert den Beginn der ersten gemittelten Belichtung des Intervalls. In den anderen Moden wird pro CCD Belichtung ein Puls am Sync out erzeugt, unabhängig von der Mittelung.

Beispiel 1: **$AVS 10**[**CR**]
Antwort : **$AVS 10**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]
Beispiel 2: **$AVS?**
Antwort : **$AVS? 200ready**[**CR/LF**]
auch: $AVD, $AVR

$BDR <0,1,2,3,4,5,6,7> Baudrate [Baud rate]

Die Baudrate der seriellen Schnittstelle kann auf vorgegebene Werte zwischen 9600 und 921600 eingestellt werden. Für die RS-232-Schnittstelle wird die Übertragungsrate 115200 Bd (default) empfohlen. Für die virtuelle USB-Schnittstelle ist die Baudrate auf 9216200 festgelegt.

Index	Baudrate
0	9600
1	19200
2	38400
3	57600
4	115200
5	230400
6	460800
7	921600

Beachte Nur mit korrekt gesetzter Baudrate können die Befehle gesendet werden. Die Baudrate wird unverzüglich mit dem Senden des Befehls umgestellt, es wird kein **ready**[**CR/LF**] zurückgegeben. Um mit der Kommunikation fortzufahren, muss der PC-Port geschlossen werden und mit der neuen Baudrate wieder geöffnet werden.

$BIN Wechselt zum binären Ausgabeformat
auch: $ASC

$CRA<0 .. 999> <0 .. 999>
oder
$CRA? Einstellen des CCD Bereichs [Set CCD-Range]

Setzen des Start- und Stopp-Pixels der CCD Zeile im interferometrischen Messmodus
Erster Parameter: Start Pixel
Zweiter Parameter: Stopp Pixel

Typische Werte für den Sensor sind:

Start:40 und Stopp:600

ACHTUNG
Bei der Eingabe von nicht geeigneten Werten geht der Sensor nicht in den interferometrischen Messmodus über.

Beispiel 1: **$CRA 40 600**[**CR**]
Antwort: **$CRA 40 600**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$CRA 40 50**[**CR**]
Antwort: **$CRA 40 50**[**CR**]**Error PrepInterfMODE=FFready**[**CR/LF**] (kein gültiger Bereich)

Beispiel 3: **$CRA?**
Antwort: **$CRA 40, 600ready** [**CR/LF**]

$CTN Fortfahren [Continue]

Fortsetzen des Normalbetriebs. Beendet den Trigger, Trigger each und den External Timing Mode und wechselt zum normalen Betrieb.

$DCY <0..49, 100, ?> Doppelbelichtungsmodus [Duty Cycle]
Nur in Verbindung mit $SHZ Kommando benutzen!
Um eine höhere Dynamik zu erreichen, als standardmäßig mit dem CCD Sensor möglich ist, kann die Belichtungsdauer mit diesem Befehl in zwei Sub-Intervalle unterschiedlicher Dauer gesplittet werden (**double exposure mode**). Das Messergebnis der längeren Belichtungszeit wird ausgegeben, sofern die CCD nicht übersteuert hat. Andernfalls wird das Ergebnis der kürzeren Belichtungszeit ausgewertet.
Daraus folgt, dass die Intensität nicht eindeutig dem kurzen oder dem langen Intervall zuzuordnen ist. Daher sollte zusätzlich das Flag ausgelesen werden, welches eine eindeutige Zuordnung ermöglicht. Alternativ kann die Belichtungszeit als Datenwort Nr. 9 ausgegeben werden. Die Sättigung (Übersteuerung) wird wie gewohnt angezeigt.

Der im Kommando eingegebene Wert entspricht dem Anteil des kürzeren Subintervalls im Verhältnis zur gesamten Belichtungsdauer in Prozent. Die Länge dieses Intervalls kann keinen Wert < 1 ms annehmen. Hieraus ergibt sich eine Untergrenze für das kleinere Subintervall in Abhängigkeit von der aktuell eingestellten Messrate.
Für eine eingestellte Messrate von 100 Hz bedeutet das, dass kein Wert kleiner 10% einstellbar ist. Werte größer 49% sind ebenfalls nicht zulässig. Mit Ausnahme von 100% womit die Einzelbelichtung aktiviert wird.

Wird ein Wert nicht akzeptiert, gibt der Sensor die Antwort "**not valid**" zurück.

Ist der Wert zu klein (kleinere Belichtungsdauer zu kurz) wird automatisch der kleinste

mögliche Wert eingestellt. Die Einstellung sollte einmalig abgefragt werden.

Bei der Verwendung des Befehls **$SHZ**, kann die Einschaltdauer mit **$DCY?** abgefragt werden. Die Ausgabe erfolgt im ASCII Format als dezimale Gleitkommazahl mit 6 Dezimalstellen.

Achtung Die Doppelbelichtung steht nur im konfokalen Messbetrieb zur Verfügung.

Um die Doppelbelichtung via Befehle einzustellen, muss die Messrate mit **$SHZ** eingestellt werden. Bei Einstellung über **$SRA** wechselt der Sensor wieder in den einfachen Belichtungsmodus.

Beispiel 1: **$DCY 10**[**CR**]
Antwort: **$DCY 10**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$DCY 90**[**CR**]
Antwor : **$DCY 90**[**CR**]**not valid ready**[**CR/LF**]

Beispiel 3: **$DCY?**
Antwort: **$DCY22.123456ready**[**CR/LF**]

auch: $SHZ

$DRK
auch: $FDK

Dunkelabgleich [Dark reference]
Führt den Dunkelabgleich durch und speichert das Ergebnis im Flash-Speicher.

Die Aktion dauert ca. 3 Sekunden.

Der Befehl wird direkt nach Eingabe ausgeführt. Daher ist unbedingt vorher sicher zustellen, dass sich keine Oberfläche im Messbereich befindet!

Der Sensor gibt zum einen den Index der kleinsten möglichen Messrate wieder ($SRA) sowie die virtuelle Messrate, bei welcher die CCD durch das Streulicht gesättigt wäre, in Hertz. Ist dieser Wert >100Hz, sollten die Faserendflächen gereinigt werden (Kapitel ***7.1***, Seite *87*).

Beispiel 1: **$DRK**[**CR**]
Antwort: **$DRK**[**CR**]**4 (39.2)ready**[**CR/LF**]

$ENC <0,1,2> <-2147483648 .. 4294967295>
oder
$ENC <0,1,2>?

Encoderposition [Encoder Position]
Mit diesem Kommando können die Inkrementalencoderzähler der 3 Encoderkanäle eingestellt oder abgefragt werden. Alle Zähler verfügen über 32Bit Breite, welche einen Zählbereich von -2^{31} bis $2^{31} - 1$ zulässen. Nachdem die Zähler den Endwert erreicht haben, zählen sie wieder in die andere Richtung. Es sind sowohl negative als auch positive Positionseingaben möglich (4294967295 = -1.)

Erster Parameter: Achsenindex
Zweiter Parameter: Schrittweite

Zur Abfrage muss zwischen Achsenindex und "?" ein Trennzeichen (z. B. Leerzeichen) gesendet werden.

Beispiel 1: **$ENC 1 1234**[**CR**]
Antwort: **$ENC 1 1234**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$ENC 0 ?**
Antwort: **$ENC 0 ?-2147483640**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

$EQN Reduzierung des Rauschens [Equalize noise]

Gilt nur für den interferometrischen Messbetrieb.

Dieses Kommando bewirkt eine Anpassung der Verstärkungsfaktoren (FFT-Pixel) im interferometrischen Messbetrieb. Ziel ist es, ein gleichmäßiges Rauschen über den gesamten Messbereich zu erhalten, wenn keinem Eingangssignal anliegt. Das Ergebnis wird gespeichert.

Dieses Kommando ist nur notwendig, wenn im interferometrischen Messbetrieb signifikante Änderungen des CCD-Bereichs vorgenommen wurden.

Für korrekte Ergebnisse ist folgendes zu beachten:
Lampenintensität auf 0 setzen ($LAI 0), nach ca. 10 Sekunden einen Dunkelabgleich durchführen und das Kommando $EQN senden.
Anschließend die Lampenintensität auf das gewünschte Niveau einstellen und erneut einen Dunkelabgleich durchführen.

$ETR <0 .. 6> <arg1>
auch: $TRG, $TRE, $EXT

Encoder Trigger [Encodertrigger]

Dieses Kommando umfasst mehrere Funktionen bzgl. des Encoder -Triggers. Die Einstellungen können nicht im EEPROM gespeichert werden.

Der Encoder-Trigger ist als Zustands-Maschine ausgeführt.
Im Ausgangszustand wartet er darauf, dass der Positionszähler der gewählten Achse die eingestellte Start-Position überfährt (Richtung nicht relevant) und generiert das erste Trigger-Ereignis.

Das eingestellte Trigger-Intervall wird zu der aktuellen Position addiert. Erreicht die Achse diese Position, wird das nächste Trigger-Ereignis erzeugt. Dieser Schritt wird wiederholt, bis die Stopp-Position erreicht wird. Die Erzeugung von Triggerpulsen
wird dann gestoppt.

In der Betriebsart "Triggerung während der Rückfahrt" wartet die Zustands-Maschine darauf, dass die Stopp-Position wieder überfahren wird und generiert Trigger-Ereignisse in ähnlicher Weise wie auf der Hinfahrt (Trigger-Intervall wird nun subtrahiert), bis die Start-Position erreicht ist. Danach geht die Zustands-Maschine in den Ausgangszustand.

Wenn die Betriebsart "Triggerung während der Rückfahrt" nicht gewählt ist, wartet die Zustandsmaschine darauf, dass die Startposition während der Rückfahrt überfahren wird und wechselt dann in den Ausgangszustand.

Erster Parameter: Funktionsindex

Zweiter Parameter: Funktionsabhängiges Argument

Folgende Funktionen sind verfügbar:

- **0:** Setze Start-Position

Als Argument wird die Startposition in Inkrementen (erster Trigger bei einem Encoder-getriggerten Scan) übergeben. Der Aufruf dieser Funktion setzt die Zustands-Maschine in den Ausgangszustand (Warten auf Startposition)

Beispiel 1. **$ETR 0 1234**[**CR**]

Antwort: **$ETR 0 1234**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **1:** Setze Stopp-Position

Als Argument wird die Stopp-Position in Inkrementen übergeben. Überfährt der Encoder-Zähler diese Position wird die Erzeugung von Encoder-Triggerpulsen gestoppt.
Beispiel 1: **$ETR 1 -2345678**[**CR**]
Antwort: **$ETR 1 -2345678**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **2:** Setzen des Trigger-Intervalls (float)

Als Argument wird die Distanz zwischen aufeinanderfolgenden Triggerpunkten übergeben. Dieser Wert kann als Fließkommawert (mit "." oder "," als Dezimalkomma) angegeben werden.
Beispiel 1: **$ETR 2 –111.234**[**CR**]
Antwort: **$ETR 2 –111.234**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **3:** Encoder-Trigger An/Aus

Argument = 0: Trigger durch steigende Flanke am Sync-In-Eingang (Standardeinstellung, kein Encoder-Trigger)
Argument = 1: Trigger über Encoder. Setzt die Trigger-Zustandsmaschine in den Ausgangszustand (Warten auf Startposition).
Beispiel 1: **$ETR 3 1**[**CR**]
Antwort: **$ETR 3 1**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **4:** Trigger während der Rückfahrt an/aus

Argument = 0: (Standardeinstellung) Der Encoder erzeugt nur während der Fahrt von der Start- zur Stopp-Position Triggerereignisse.

Argument = 1: Der Encoder-Trigger ist auch während der Rückfahrt von der Stopp- zur Start-Position aktiv.
Beispiel 1: **$ETR 4 1**[**CR**]
Antwort: **$ETR 4 1**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **5:** Auswahl Triggerachse

Als Argument wird der Index der Achse, die als Triggerquelle dienen soll, übergeben.
Beispiel 1: **$ETR 5 0**[**CR**]
Antwort: **$ETR 5 0**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

- **6:** Zähle Sync-Pulse mit dem Achse-0 Encoder-Zähler an/aus

Argument = 0: (Standardeinstellung) Achse 0 Encoderzähler mit Encodereingang verbunden
Argument = 1: Achse 0 Encoderzähler zählt Pulse auf dem Sync-In-Eingang.

Bemerkung Der Zähler verhält sich im Sync-In-Pulszählmodus wie folgt:
Bit 0 (LSB) nimmt den invertierten, aktuellen Zustand des Signals am Sync-In-Eingang an.
Bits 1..31 zählen die steigenden Flanken des Signals am Sync-In-Eingang.
Die minimale Pulsbreite ist auf 1µs (500kHz Zählerfrequenz) begrenzt, um Fehler durch Leitungsreflexionen zu verhindern.
Beispiel 1: **$ETR 6 1**[**CR**]
Antwort: **$ETR 6 1**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

$EXT Externer Trigger [External Timing]
In dieser Betriebsart wird die Belichtung der CCD durch einen Trigger gesteuert. So kann der Sensor z. B. mit einem anderen Sensor synchronisiert werden, welches im Freilauf oder im Triggerbetrieb ist. Hierzu wird der Sync-out des Master-Sensors an den Sync-In des Slaves angeschlossen.

Dieser Betrieb ist ebenfalls sinnvoll, wenn die volle Messrate genutzt werden soll und jede Messung extern getriggert werden soll. (Im "Trigger each"-Betrieb, ist die maximale Messrate auf 1 kHz begrenzt!)

Jeder Trigger beendet die laufende Belichtung und startet eine neue. Nach der Belichtung wird die CCD-Zeile ausgelesen und die Messergebnisse werden berechnet.

Das bedeutet, dass das erste Datentelegramm ungültig ist, da die Belichtungszeit unbekannt ist. Die aktuelle Belichtungszeit kann im Datentelegramm als Datenwort Nr. 10 ausgelesen werden. Sie wird als ein Vielfaches von 1/640000 Sekunden dargestellt.

Die externe Triggerung kann durch einen der folgenden Befehle beendet werden: $CTN, $SRA, $SHZ, $TRE.

Die Intensitätseinstellung mit **$LAI** und die automatische Intensitätsanpassung mit (**$AAL1**) ist in diesem Modus nicht möglich, da die Belichtungszeit nicht im Voraus bekannt ist.

auch: $TRG, $TRE, $ETR

$FDK [<1 .. 999>] [<0 .. 32767] Schneller Dunkelabgleich [Fast Dark]
Dieser Befehl bewirkt einen Dunkelabgleich ausschließlich bei der eingestellten Messrate und wird nicht im FLASH gespeichert.

Er ermöglicht einen sehr schellen und regelmäßigen Dunkelabgleich z. B. im Inline-betrieb. Da keine Speicherung erfolgt, werden der dadurch entstehende Zeitverzug und ein Verschleiß des Speichers vermieden.

Erster Parameter:	Anzahl der Mittelungen Gibt die Anzahl der Scans wieder, die vor dem Dunkelabgleich gemittelt werden sollen. Dieser Parameter ist optional (Standardwert 50).
Zweiter Parameter:	Einfluss Faktor (optional, Standardwert 32767) Gibt an, inwieweit der neue Wert den alten beeinflusst. Folgende Formel wird angewendet: newRef= 1/32768* (Updatefactor* Av.Scans + (1-Updatefactor)*OldRef) Ein großer Wert (<32768) als Updatefaktor ersetzt den alten Dunkelabgleich durch den neuen. Ein kleiner Wert passt den alten Wert lediglich etwas an.

Das Kommando muss immer mit [**CR**]abgeschlossen werden. Die Parameter sind optional. Folgt der Eingabe des Befehls $FDK ein [CR] ohne Parameter, werden die Standardmittelung = 50 sowie Updatefaktor = 32767 gesetzt und damit der alte Abgleich ersetzt.
Die Angabe nur eines Parameters entspricht er der Anzahl der Mittelungen, Updatefaktor = 32767, ersetzt alten Abgleich ebenfalls.

Als Rückantwort wird die (virtuelle) Messrate in Hz geliefert, bei welcher eine Sättigung der CCD eintritt. Ist dieser Wert > 100Hz, sollte er durch Reinigung der Faserendflächen reduziert werden (Kap. **7.1**, Seite 87)

Falls zu viel Licht auf die CCD trifft, wird "**not valid**[**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]" ausgegeben und der vorherige Dunkelabgleich wird beibehalten.

Beispiel 1:	**$FDK 30 32767**[**CR**] (30 Mittellungen, alter Abgleich wird vollständig ersetzt)
Antwort:	**$FDK 30 32767**[**CR**] **(33.1)** [**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 2:	**$FDK 1 327**[**CR**] (keine Mittelung, nur 1% des alten Abgleichs wird ersetzt)
Antwort:	**$FDK 1 327**[**CR**] **(32.8)** [**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 3:	**$FDK 100**[**CR**] (100 Mittelungen, alter Abgleich wird vollständig ersetzt)
Antwort:	**$FDK 100**[**CR**] **(25.7)** [**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 4:	**$FDK**[**CR**] (50 Mittelungen, alter Abgleich wird vollständig ersetzt)
Antwort:	**$FDK**[**CR**] **(28.5)** [**CR**]**ready**[**CR/LF**].

*Für den gängigen Dunkelabgleich ist der Befehl der **$DRK** Befehl zu verwenden!*

$IDE Identifikation [Identification]
Erweiterbares Kommando, um den Sensor zu identifizieren. Die Abfrage liefert Schlüssel-Werte-Paare analog eines Ini-Files.
Beispiel:

Schlüssel	Wert (Beispiele)	Bemerkung
Device	**OC Sharp**	
FPGA-Version:	**A.12.1**	A: CCD - Typ B: NIR InGaAs 12.1 Version
PNr:	**800**	Produktions-ID der Hauptplatine
PDate:	**22.07.2009**	Produktionsdatum der Hauptplatine
HWVers:	**4**	Hardware Version ID

Beispiel: **$IDE**
Antwort: **$IDEDevice: OC Sharp**[**CR/LF**]
FPGA-Vers: A.12.1[**CR/LF**]
PNr: 471[**CR/LF**]
PDate: 18.4.2008[**CR/LF**]
HWVers: 1[**CR/LF**]
ready[**CR/LF**]
auch: $VER

$LAI <0 .. 105, ?> Lampenintensität [Lamp intensity]
Bei Verwendung einer LED oder SLD Lichtquelle:
"Strahlzeit" der LED/SLD in Prozent der Belichtungszeit (0-100%)
Bei Verwendung einer Halogenlampe:
Lampenintensität % (0-104%), 100% steht für 12V Versorgungsspannung, 104% steht für 12.5V
Mit diesem Befehl wird die aktive Autoadapt-Funktion deaktiviert.

Beispiel 1: **$LAI 95**[**CR**]
Antwort: **$LAI 95**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

Beispiel 2: **$LAI ?**
Antwort: **$LAI ? 10ready**[**CR/LF**].
auch: $AAL

$LLM <0 .. 32767, ?> Linke Begrenzung [Left Limit]
Untere Begrenzung des Suchbereichs für die Schichtdicke im interferometrischen Messmodus, skaliert auf den interferometrischen Full-scale-Wert. Das bedeutet 32767 entspricht dem Full-scale-Wert (Abfrage mit $SCA).

Beispiel 1: **$LLM 450**[**CR**]
Antwort: **$LLM 450**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

Beispiel 2: **$LLM ?**
Antwort: **$LLM ? 450ready**[**CR/LF**].
auch: $RLM, $LMA

$LMA <0,1, ?> Limits aktivieren [Limits active]
Aktiviert oder deaktiviert die Begrenzungen des Suchbereichs bei der Dickenmessung im interferometrischen Messmodus.

- 0: kompletter Dickenmessbereich ist verfügbar, keine Begrenzung aktiviert.
- 1: die voreingestellten Limits sind aktiv. Es werden nur Dicken innerhalb der eingestellten Grenzen ausgewertet.

Beispiel 1: **$LMA 1**[**CR**]
Antwort: **$LMA 1**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 2: **$LMA ?**
Antwort: **$LMA ? 1 ready**[**CR/LF**].
auch: $RLM, $LLM

$L0C <0,1> Bedientasten am Gerät verriegeln [Lock Keyboard]
1 = Verriegeln
0 = Freigeben
Um nicht erwünschten Eingaben während einer automatisierten Messung vorzubeugen, können die Bedientasten gesperrt werden. Nach jedem Neustart sind die Tasten wieder aktiv.

$LRT <1 .. 16> <1024>
<*byte0 byte1 .... byte1023***>** "Lade Brechungsindex Tabelle ["Load Refractive index Table"]
Es können bis zu 15 verschiedene "Brechungsindex über Wellenlänge" - Tabellen in den Sensor geladen und im Flash - Memory gespeichert werden.
Tabelle 16 wird nicht gespeichert. Sie muss direkt nach dem Hochladen mit $SRT16 aktiviert werden.
Die Befehlssequenz $LRT folgt der Tabellenindex (1...16) in ASCII- Zeichen, Leerzeichen, 1024 ASCII-Zeichen (zur Indizierung der Datenlänge), Leerzeichen und die Tabelleninhalte im Format:

64 Bytes: Tabellenname (als mit 0 abgeschlossener String).
Nicht verwendete Zeichen sollen mit 0 aufgefüllt werden.
60 Bytes: reserviert, mit Nullen auffüllen
4 Bytes: Referenz Brechungsindex als float, **big endian**!
896 Bytes: bis zu 112 Wellenlänge-Brechungsindex-Paare
Wellenlänge in µm, float, big endian.
Brechungsindex als float, big endian.
Nicht verwendete Tabellenplätze am Ende der Tabelle mit dem letzten gültigen Paar auffüllen.

$MOD <0 .. 2, ?> Messmodus:

- 0 = konfokal, 1 Oberfläche;
- 1 = konfokal, 2 Oberflächen;
- 2 = interferometrisch;

Nach einem Wechsel der Betriebsart, sollte der Full-scale-Wert mit $SCA abgefragt werden, da er sich verändert haben kann.
Im interferometrischen Messmodus empfiehlt es sich, die Rückantwort zu beachten, da es unter bestimmten Umständen zu Fehlermeldungen kommen kann:
1. Der interferometrische Messmodus ist auf diesem Sensor nicht freigeschaltet. Der Sensor antwortet mit "**not valid**". Die Freischaltung kann nachträglich bei SICK erworben werden und mittels eines sensorspezifischen Passworts ausgeführt werden.
2. Aufgrund von ungültigen Eingaben für den CCD-Bereich ($CRA), den Brechungsindex ($ABE) oder der Abbe-Zahl ($ABE) wird der interferometrische Messmodus nicht gestartet. In diesen Fällen lautet die Antwort "**Error PrepInterfMODE=**<x>", x entspricht dem Fehlercode.
Geben Sie zur Behebung dieses Falls andere Werte ein.
Bei einer Abfrage lautet die Antwort entsprechend der aktiven Betriebsart

Entweder: **0(confocal, 1 surface)**
oder: **1(confocal, 2 surfaces)**
oder: **2(interfer. thickness)**
Beispiel 1: **$MOD0**[**CR**]
Antwort: **$MOD0**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 2: **$MOD 2**[**CR**]
Antwort: **$MOD 2**[**CR**]**not validready**[**CR/LF**].

Beispiel 3: **$MOD?**
Antwort: **$MOD? 2(interfer. thickness)ready**[**CR/LF**].
auch: $SCA, $CRA, $SRI, $ABE

$OPD <0 .. 3> <arg> Betriebsdaten [Operation data]

Dieses Kommando beinhaltet verschiedene Funktionen zur Überwachung der Betriebsdauer. Der erste Parameter ist der Index der Funktion, der zweite Parameter ist ein Argument.

Verfügbare Funktionen sind:

0: Lampenbetriebszeit
314 als Argument setzt die Lampenbetriebszeit auf "0" zurück.
"**?**" als Argument liefert die Betriebszeit der Lampe:
Beispiel: **$OPD0 ?**
Antwort: **$OPD0 ? 335h, 21minready**[**CR/LF**].

1: Erinnerungsfunktion Lampenbetriebszeit
Das Argument entspricht der gewünschten Lampenbetriebszeit in Stunden. Nach Ablauf dieser Zeit wird ein Alarmbit im "Flag"-Ausgangswort gesetzt. Die Abfrage kann mit "**?**" erfolgen.

Diese Einstellung muss mit $SSU im EEPROM gespeichert werden.
Beispiel1: **$OPD1 1000**[**CR**]
Antwort: **$OPD1 1000**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel2: **$OPD1 ?**
Antwort: **$OPD1 ? 1000**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

2: Abfrage der gesamten Betriebszeit
Die kumulierte Gesamtbetriebszeit kann mit "**?**" als Argument abgefragt werden.
Beispiel: **$OPD2 ?**
Antwort: **$OPD2 ? 1325h, 57minready**[**CR/LF**].

3: Abfrage der Anzahl der Startvorgänge
Die Anzahl der Ein-/Ausschaltvorgänge kann mit "**?**" als Argument abgefragt werden.
Beispiel: **$OPD3 ?**
Antwort: **$OPD3 ? 543ready**[**CR/LF**].

$QTH <1 .. 999, ?> Qualitätsschwellenwert [Quality threshold]
Schwellenwert der Qualität des Signals in der interferometrischen Betriebsart.

Beispiel 1: **$QTH 30**[**CR**]
Antwort: **$QTH 30**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel2: **$QTH ?**
Antwort : **$QTH ?30ready**[**CR/LF**].

$RLM <0 .. 32767, ?> Rechte Begrenzung [Right Limit]
Obere Grenze des Suchbereichs bei der Dickenmessung im interferometrischen Messmodus, skaliert auf den interferometrischen Full-scale-Wert. Das bedeutet 32767 entspricht dem Full-scale-Wert (Abfrage mit $SCA).

Beispiel 1: **$RLM 20150**[**CR**]
Antwort: **$RLM 20150**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].

Beispiel 2: **$RLM ?**
Antwort: **$RLM ?20150ready**[**CR/LF**].
auch: $LLM, $LMA

$SCA Abfrage des Full-scale-Werts [Scale]
Abfrage des Skalenendwerts in Mikrometern.
Wird an der seriellen Schnittstelle ein Distanzwert von 32768 ausgegeben, entspricht das einer tatsächlichen Distanz x (= Full Scale) in Mikrometern. Die Distanz in Mikrometern ergibt sich durch folgende Formel:

D[µm] = d[integer] / 32768 * Full Scale.

Beachte
Bei der chromatischen Dickenmessung (mode 1) muss der ausgegebene Wert anschließend mit dem Brechungsindex des gemessenen Materials (bei 587,567nm) multipliziert werden.

Bei der interferometrischen Dickenmessung (Mode 2) muss der Wert durch den Brechungsindex des gemessenen Materials (bei 587,567nm) dividiert werden.

Achtung
Der Fullscale-Wert wird durch die Befehle $MOD, $SRI, $ABE und $CRA beeinflusst. Daher sollte er nach diesen Befehlen immer abgefragt werden!

Beispiel: **$SCA**
Antwort: **$SCA 3320**[**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**].
auch: $MOD, $SEN, $SRT, $SRI, $ABE

$SEN <0 .. 15, ?> Index des Messkopfs [sensor]
Mit diesem Befehl wird der Tabellenplatz der entsprechenden Kalibriertabelle ausgewählt. Der Sensor verwendet dann die dort hinterlegte Tabelle.

Achtung
Alle Messköpfe werden individuell auf den Sensor kalibriert. Um exakte Messergebnisse zu erhalten, ist sicher zu stellen, dass auf dem gewählten Tabellenplatz der Messkopf mit der richtigen Seriennummer gespeichert ist. Ausführliche Informationen bzgl. der Seriennummer, des Tabellenplatzes können mit dem Befehl $SENX? abgefragt werden.

Beispiel 1: **$SEN 2**[**CR**]
Antwort: **$SEN 2**[**CR**]**ready**[**CR/LF**].
Beispiel 2: **$SEN ?**
Antwort: **$SEN ? 2ready**[**CR/LF**].
auch: $SENX, $SCA, $MOD

$SENX? Messkopf Informationen [Probe information]
Liefert den Tabellenplatz des Messkopfs, die Seriennummer und den Messbereich in Mikrometer.

Format: <n0>**,** SNr: <n1>, Bereich: <n2>µm

n0= Tabellenplatz

n1= Seriennummer

n2=Messbereich in µm

Beispiel: **$SENX?**
Antwort: **$SENX? 2, SNr: 123, Bereich: 3320µmready**[**CR/LF**]
auch: $SEN, $SCA, $MOD

$SHZ <32 .. 2000, ?>

Frei wählbare Messrate [Set sample rate in Hz]
Der Befehl $SHZ ermöglicht die Eingabe freier Messraten in Hertz. Mit dem Befehl $SRA können nur voreingestellte Messraten ausgewählt werden. Jeder Wert zwischen der durch das Streulicht vorgegebenen Untergrenze und 4000 Hz kann mit diesem Befehl eingestellt werden.

Wird der Wert nicht akzeptiert, liefert der Sensor die Antwort "**not valid**". Aus technischen Gründen kann nicht jede Messrate exakt eingestellt werden, die Eingabe wird auf den nächst möglichen Wert angepasst. Die Abfrage der aktuellen Messrate erfolgt mit $SHZ?, sie wird als Gleitkommazahl mit 6 Dezimalstellen im ASCII Format ausgegeben.

Bei der Abfrage einer Messrate mit dem Befehl $SRA, die zuvor mit $SHZ eingestellt wurde, wird der Index 127 und die aktuelle Messrate zurück geliefert. Dies bedeutet, dass die aktuelle Messrate keiner der vordefinierten Messrate entspricht. ($SRA)

Beispiel 1: **$SHZ101**[**CR**]
Antwort: **$SHZ101**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$SHZ?**
Antwort: **$SHZ?101.010100HZready**[**CR/LF**]

Achtung
Falls nicht beabsichtigt ist, den Doppelbelichtungsmodus zu verwenden, stellen Sie sicher, dass das Belichtungsverhältnis auf 100% gesetzt ist ($DCY100)
zugehörige Befehle: $SRA, $DCY

$SOD <0,1> [<0,1>] [<0,1>] .. [<0,1>] *bis zu 16 Argumente)*
oder
$SOD?

Auswahl der Ausgabedaten [Select Output Data]
Beachte
Kommando kann durch $SODX ersetzt werden.
Nur eine einheitliche Befehlssequenz verwenden (SOD oder SODX)!

Mit diesem Befehl wird ausgewählt, welches der 16 Datenworte ausgegeben werden sollen.

Der Sensor liefert 16 Datenworte, die übertragen werden können. Für jedes Wort muss definiert werden, ob es ausgegeben werden soll oder nicht.

1bedeutet der Wert wird ausgeben, 0 bedeutet, dass der Wert nicht ausgegeben wird.

Werden weniger als 16 Parameter eingegeben, liest der Sensor die Eingaben vom niedrigen zum höchsten Index. D.h., die Werte mit den höchsten Indizes werden nicht berücksichtigt.

Mit diesem Befehl können Datenworte mit einem Index größer als 15 nicht ausgegeben werden. Werden diese benötigt, ist alternativ der Befehl $SODX zu verwenden.

Der Sensor liefert als Antwort auf die Abfrage den Status der 16 möglichen Datenworte.

Indices und Bedeutung der möglichen Datenworte:			
Index	**Mode 0:** 1 Oberfläche	**Mode1:** **2 Oberflächen**	**Mode 2:** **Interferometrisch**
(0)	**Distanz 1**	**Dicke**	Dicke 1, beste Signalqualität
(1)	nicht belegt	**Distanz 1** (kleiner)	Dicke 2, zweit beste Signalqualität
(2)	nicht belegt	**Distanz 2** (größer)	Dicke 3, dritt beste Signalqualität
(3)	**Intensität 1**	nicht belegt	Signalqualität des Signals mit der besten Qualität.
(4)	nicht belegt	**Intensität 1**	Signalqualität des Signals mit der zweit besten Qualität.
(5)	nicht belegt	**Intensität 2**	Signalqualität des Signals mit der dritt besten Qualität.
(6)	Pixelpos 1	Pixelpos 1	Intensität
(7)	nicht belegt	nicht belegt	nicht belegt
(8)	Flags: Bit 0: Im Doppelbelichtungsmodus steht 1 für die lange Belichtungszeit und 0 für die Kurze Bit2: IGNOREDTRIGGER Ignorierter Trigger im "trigger-each" oder "external timing" Modus: Ein Trigger Puls wurde ignoriert, weil er zu kurz nach dem vorangegangenen Triggerpuls gesendet wurde und dieser noch nicht abgearbeitet war. Bit3: DELAYEDTRIGGER Verspäteter Trigger im "Trigger each"- oder "External timing"- Modus: Der Belichtungstrigger war verzögert in Bezug auf den Triggerpuls, weil er zu kurz auf den vorhergehenden Puls folgte. Bit4: CCD_SATURATED Bit6: SHORTSYNCMARKERSENT: Der Sensor sendet alle 5 Sekunden einen kurzen Sync-Out-Puls, der es erlaubt mit gleichartigen Sensoren (Slave) zu synchronisieren. Bit7: SHORTSYNCMARKERRECEIVED: Der Sensor erkennt einen kürzeren Sync-In-Puls (<12us), der es ermöglicht mit dem Master zu synchronisieren. Bit8: INDEX_INP_TOGGLE Dieses Bit wird mit jeder steigenden Flanke des Encoders 0 Z Eingangs invertiert. Das erlaubt den Sensor-Datenstrom mit externen Ereignissen zu synchronisieren. Bit9: ALARM_LAMPLIFE Die voreingestellte Lampen Lebensdauer wurde erreicht. Die Lampe sollte getauscht werden. Bit10 – 15: reserviert		
(9)	Aktuelle Belichtungszeit als Vielfache von 1/640000 Sekunden		
(10)	Encoder 0 Position, höchstwertiges Datenwort		
(11)	Encoder 0 Position, niederwertigstes Datenwort		
(12)	Encoder 1 Position, höchstwertiges Datenwort		
(13)	Encoder 1 Position, niederwertigstes Datenwort		
(14)	Encoder 2 Position, höchstwertiges Datenwort		

(15)	Encoder 2 Position, niederwertigstes Datenwort
(16)	Sample counter
(17)	LED Temperatur

Beispiel 1: **$SOD1,0,0,1**[**CR**]
Antwort: **$SOD1,0,0,1**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]
In diesem Beispiel wird im Distanzmessbetrieb die Distanz 1 und die Intensität ausgegeben.

Beispiel 2: **$SOD?**
Antwort: **$SOD? 1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0ready**
[**CR/LF**]
auch: $SODX

$SODX <0 .. 17> [<0 .. 17>] [<0 .. 17>] (bis zu 16 Stück)
oder
$SODX?

Auswahl der Ausgabedaten (erweitert) [Select Output Data (extended)]

Achtung
Es darf entweder ausschließlich SOD oder SODX verwendet werden. (Verwendung des Befehls $SOD zur Abfrage verändert die Datenausgabe dahin gehend, dass eine Einstellung aktiviert wird, die dem SOD Befehlsformat entspricht).

Mit diesem Kommando können weitere Datenworte zur Ausgabe ausgewählt werden. Die Datenworte werden direkt ausgewählt, indem ihr Index als Parameter eingegeben wird.

In Mode 0 bedeutet das z. B., dass nach der Eingabe $SODX0,3,16 die Distanz, die Intensität sowie der sample counter ausgegeben werden.

Beispiel 1: **$SODX0 3 16**[**CR**]
Antwort: **$SODX0 3 16**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$SODX?**
Antwort : **$SODX? 0, 3, 16ready**[**CR/LF**]
auch: $SOD

$SRA <3 .. 7, ?>

Messrate [Scan Rate]
Auswahl einer der voreingestellten Messraten durch Eingabe des zugehörigen Index.

Index	Messrate
3	32 Hz
4	100 Hz
5	320 Hz
6	1000 Hz
7	4000 Hz
127	Freie Messrate, eingestellt über Befehl $SHZ

Der Index 127 wird bei der Abfrage als erster Parameter ausgegeben, er bedeutet, dass mit $SHZ eine frei einstellbare Messrate parametriert wurde.
Bei einer Abfrage mit nachgestelltem Fragezeichen werden der Index der Messrate sowie die dazugehörige Messrate in Hertz.
Falls die ausgewählte Messrate nicht verfügbar ist, erfolgt die Ausschrift "**not valid**" und die aktuelle Messrate wird beibehalten.
Jede Veränderung der Messrate mit **$SRA** aktiviert den einfachen Belichtungsmodus, d.h. das Belichtungsverhältnis wird auf 100% gesetzt ($DCY100).

Beispiel 1: **$SRA7**[**CR**]
Antwort: **$SRA7**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$SRA?**
Antwort: **$SRA 7 2000HZready**[**CR/LF**]

Beispiel 3: **$SRA?**
Antwort: **$SRA? 127 1235HZready**[**CR/LF**]
Beachte: Im Beispiel 3 wurde vorher mit SHZ eine Messrate von 1235 Hz auch: $SHZ, $DCY

$SRI <1 .. 4, ?>

Brechungsindex einstellen ["Set Refractive Index"]

Um die korrekte Dicke, unter Berücksichtigung der Dispersion, am Display des Sensors zu sehen, kann mit diesem Befehl der Brechungsindex eingestellt werden.
Die Eingabe kann als Gleitkommazahl erfolgen.

Beachte
Um die korrekten Dickenwerte zu erhalten, müssen diese mit dem Brechungsindex multipliziert (oder dividiert) werden (Kommando $SCA). Diese Einstellung ist nur für die

Dispersionskorrektur und die Anzeige des exakten Werts im Display verantwortlich.

Die Dickenwerte, die am Analogausgang oder den seriellen Schnittstellen ausgegeben werden, werden als Integerwert bezogen auf den Full-scale-Wert ausgegeben und berücksichtigen nicht den Brechungsindex! Nur der Einfluss durch die Abbe-Zahl bleibt bei der Ausgabe erhalten.

Achtung
Aus technischen Gründen kann es im interferometrischen Messbetrieb dazu kommen, dass die Änderung des Brechungsindex nicht übernommen wird. Daher empfiehlt es sich die Befehlsantwort zu überprüfen.

Beispiel 1: **$SRI1.465**[**CR**]
Antwort: **$SRI1.465**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$SRI?**
Antwort: **$SRI?1.465ready**[**CR/LF**]

Beispiel 3: **$SRI3.99**[**CR**]
Antwort: **$SRI3.99**[**CR**]**ErrorPrepInterfMODE=FFready**[**CR/LF**]
auch: $SRT, $CRA, $MOD, $ABE, $SCA

$SRT <0 .. 16, ?> Brechungsindextabelle auswählen ["Set refractive table"]
Anstatt das Verhalten des Brechungsindex über der Wellenlänge mittels eines einfachen Models basierend auf n_d und Abbe Zahl v_d zu beschreiben, bietet der Sensor bis zu 15 verschiedene Dispersionsfunktionen, welche in Tabellenform im Flash-Memory gespeichert werden.

Mit $SRT kann eine dieser Tabellen aktiviert werden (die zu dem eingegebenen Parameter gehörende Tabelle wird aktiviert).

Eine zusätzliche Tabelle kann in den flüchtigen Speicher geladen und mit dem Index 16 aktiviert werden. Diese flüchtige Tabelle muss direkt nach dem Hochladen mit dem Kommando $LRT aktiviert werden.

Der Parameter 0 deselektiert Brechungsindextabellen und wählt stattdessen das Dispersionsmodell basierend auf Brechungsindex n_d und Abbe Zahl v_d aus.

Enthält eine ausgewählte Tabelle keine gültigen Daten, schaltet der Sensor auf das Dispersionsmodell um. Daher ist bei der Eingabe des Befehls $SRT auf die Antwort des Sensors zu achten.

Ist eine Tabelle mittels eines Index ausgewählt worden, werden die ausgegebenen Werte auf einen Referenzbrechungsindex normalisiert (ähnlich dem n_d/ v_d Dispersionsmodel, wo n_d der Brechungsindex ist). Dieser Wert ist in der Tabelle enthalten und muss mit $SRI abgefragt werden, um die ausgegebenen Werte korrekt zu skalieren.

Beispiel 1: **$SRT0**[**CR**]
Antwort : **$SRT0**[**CR**] **0: no table active**[**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]

Beispiel 2: **$SRT1**[**CR**]
Antwort : **$SRT1**[**CR**] **1:Silizium**[**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]

("Silizium" eingegebener Tabellenname, kann aus bis zu 64 Zeichen bestehen)

Beispiel 3: **$SRT16**[**CR**]
Antwort : **$SRT16**[**CR**]**16:volatile usertable**[**CR/LF**] **ready <**[**CR/LF**]

Beispiel 4: **$SRT5**[**CR**]
Antwort : **$SRT5**[**CR**] **0: no table active**[**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]
(Tabelle 5 ist nicht definiert bzw. ungültig)
auch: $LRT, $SRI, $ABE, $SCA, $MOD

$SSQ<Byte0><Byte1> Synchronisationssequenz [Synchronization sequence]
Dieser Befehl ermöglicht es, eine neue Telegramm-Startsequenz zu erzeugen.

Die 2 Bytes, die dem Kommando direkt folgen, zeigen den Beginn eines neuen Datenworts an (im Binärmode). Diese Bytes müssen direkt auf das Kommando folgen, ohne Trennzeichen und nicht in hexadezimaler Schreibweise.

Die Default Synchronisationssequenz ist 255,255.

Es kann eine Unsicherheit bei der Nutzung dieser Sequenz bzgl. des Telegrammstarts bestehen, da die Synchronisationssequenz auch im normalen Datenstrom vorkommen kann. Bei Übersteuerung wird 255,255 ausgegeben. Daher ist es ratsam, bei häufiger Übersteuerung ein anderes Synchronisationswort zu wählen.

Die folgende Tabelle beschreibt die Situation:

Übertragene Bytes	**x**	**x**	15	255	255	255	**x**	**x**
Korrekte Interpretation	data val.		intens. val. (saturation)		default sync sequence		data val. , new telegram	
Fehlerhafte Interpretation	**x**	**x**	**x**	default sync sequence		data val. , new telegram (wrong!)		**x**

Beispiel 1: $SSQ#254#253 (Beachte: #254#253 Binärwerte 254 and 253)
Antwort : $SSQ#254#253ready[CR/LF]

Beachte Die kundenspezifische Synchronisationssequenz wird (aus Kompatibilitätsgründen) im nicht flüchtigen Speicher nicht gespeichert.

$SSU

Speichern der Einstellung [Save Setup]
Speichert die aktuellen Einstellungen in dem (nicht flüchtigen) Speicher (EEPROM). Sie werden beim nächsten Start wieder geladen.

$STA

Starte die Datenausgabe [Start serial data output]
Dieser Modus kann im EEPROM gespeichert werden. Der Sensor beginnt nach einem erneuten Start sofort mit der Datenausgabe.
auch: $STO

$STO

Stoppt die Datenausgabe [Stop serial data output]
Dieser Modus kann im EEPROM gespeichert werden. In dem Fall liefert der Sensor nach einem erneuten Start so lange keine Daten, bis der Befehl $STA empfangen wird.
auch: $STA

$STS

Status [Status]
Beachte Kommando ist veraltet da es nur einen Auszug der verfügbaren Informationen liefert.
Dieser Befehl liefert einige der aktuellen Einstellungen mit den folgenden Informationen:
"SRAx,MODx,SENx,SRCx,BIN/ASC,AVRx,AVDx,AVSx,SODx_0,x_1,...x_{15},ANAx,x,x,x,x,x,SCAx"
Weitere Details hinsichtlich des Formats sind der jeweiligen Befehlbeschreibung zu entnehmen.

Beispiel 1: **$STS**
Antwort : **$STS SRA6,MOD0,SEN1,SRC0,BIN,AVR 40,AVD 40, AVS1,SOD1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0ANA0,0, 32767,3,0,4096,SCA 3000ready[CR/LF]**

$THR <0 .. 4094, ?>

Schwellenwert [Threshold]
Beachte Dieses Kommando ist nur im chromatisch konfokalen Messbetrieb verfügbar!
Hiermit kann ein Intensitätsschwellenwert für die Messung von Distanzen definiert werden. Ein hoher Schwellenwert ist nützlich, um Rauschspitzen nicht fälschlicherweise als Messwert zu interpretieren. Soll hingegen eine schwach reflektierende schwarze Fläche vermessen werden, muss der Schwellenwert sehr niedrig eingestellt werden.
Generell kann bei höheren Messraten für den Schwellenwert eine niedrigere Einstellung gewählt werden, als bei kleinen Messraten. Der Grund besteht darin, dass bei kleinen Messraten das Streulicht der Faser und der Faserendflächen länger über der CCD integriert wird.
Ein typischer Wert für eine Rauschunterdrückung und maximale Empfindlichkeit bei 4000 Hz ist ein Schwellenwert von 20, bei 100Hz ist ein Wert von 50 empfehlenswert.
Ist das Signal kleiner als der Schwellenwert wird "0" für die Distanz und die Intensität ausgegeben. Der Mittelungsalgorithmus wird davon nicht beeinflußt, da die ungültigen Daten von der Mittelung ausgeschlossen werden.
Der Schwellenwert ist eine frei wählbare Einheit, die in künftigen Software Versionen ggf. verändert werden kann.

Beispiel 1: **$THR35**[**CR**]
Antwort: **$THR35**[**CR**]**ready**[**CR/LF**]
Beispiel 2: **$THR?**
Antwort: **$THR?35ready**[**CR/LF**]

$TRE Trigger Each [Trigger each]

Nach Eingabe dieses Befehls wird jede Belichtung durch eine steigende Flanke am Sync-In oder durch ein Triggersignal (falls vorher über $ETR eingestellt) gestartet. Die Belichtungszeit der CCD ist durch die eingestellte Messrate vorgegeben (**$SRA** or **$SHZ**).

Beachte Aus technischen Gründen wird nur die Hälfte der maximalen Messrate durchgeführt. Ein Trigger-Impuls, der dies nicht erfüllt wird ignoriert!

Die Spektren- und Datenmittelung (AVS, AVD) ist im Trigger Each Modus möglich: Ein Triggerpuls startet eine Sequenz von AVS*AVD Belichtungen. Das Timing dieser Belichtungssequenzen wird durch die Messrate vorgegeben. Ein (gemitteltes) Ergebnis wird nach der Belichtungssequenz ausgegeben.

Das Kommanod **$CTN** setzt den Normalbetrieb fort.

auch: $TRG, $EXT, $ETR

$TRG Trigger [Trigger]

Warten auf Trigger. Das Kommando ermöglicht eine exakte Zuordnung der Messintervalle mit der Bewegung der Scan-Achse.

Der Sensor stoppt nach der Übertragung des aktuellen Datentelegramms und geht in einen "Wartezustand". Dieser Status wird durch ein Triggersignal (steigende Flanke am Sync-In, Encoder Trigger) verlassen. Der "Wait for Trigger"-Status kann auch durch das Kommando "$$CTN" verlassen werden.

Achtung

Dies ist die einzige Situation in der ein "$" des Sensors wieder startet. Im Normalfall stoppt ein $ die Datenübertragung. Wenn nicht bestimmt werden kann, in welchem Status der Sensor ist, kann "$$" gesendet werden, um den Sensor zu stoppen und neue Befehle eingeben zu können.

auch: $TRE, $EXT, $ETR

$TXG <0 … 7, -1, ?>

Die Übertragungspuffer-Steuerung, regelt die Größe des internen Puffers. Diese Einstellung wird nicht im EEPROM gespeichert. Um die Kompatibilität mit früheren Firmware-Versionen des Sensors zu gewährleisten, startet dieser immer mit der Puffergröße von 256 Bytes. Höhere Puffergrößen unterstützt die RTS/CTS-Flußkontrolle über die USB-Verbindung. Diese wird aktiviert bei offenem PC-Port. (Am RS-232/422 Anschluss sind keine Hardware-Handshake-Leitungen angeschlossen: Hardware-Handshake-Funktion nicht verfügbar für RS-232/422).
Der Parameterwert -1 leert unverzüglich den Übertragungspuffer.

Achtung: Das Leeren des Puffers kann auch einen Teil des "echo"-Befehls betreffen. Warten Sie also nicht auf den Befehl "echo".

Parameter-wert	Übertragungs-puffer Größe	Bemerkung
0	256	Grundeinstellung, Legacy-Modus, keine RTS/CTS Fluss-Regelung möglich
1	512	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
2	1024	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
3	2048	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
4	4096	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
5	8192	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
6	16384	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
7	32768	RTS/CTS Fluss-Regelung mit USB verwendbar
-1	–	aktuellen Übertragungspuffer leeren
?	–	Größe des Übertragungspuffers abfragen

Beispiel: $TXB?
Antwort: $TXB? 0ready[CR/LF]

Beispiel: $TXB-1[CR]
Antwort: $Tready[CR/LF] <- Command echo was partially killed by buffer flush, depending on timing

$VER
auch: $IDE

Version [Version]
Der Befehl sendet eine ASCII Zeichenfolge zurück, mit Informationen über Seriennummer, DSP Software (DSPsoft: …) und Mikrocontroller-Software (C: …).

Beispiel: **$VER**
Antwort: **$VER 73; C:V5.95/240909;**
DSPsoft: V5.95/160909 ready[**CR/LF**]

WHT<3141>

Weißabgleich [White reference]

Beachte Vor einem Weißabgleich muss ein Dunkelabgleich durchgeführt werden!

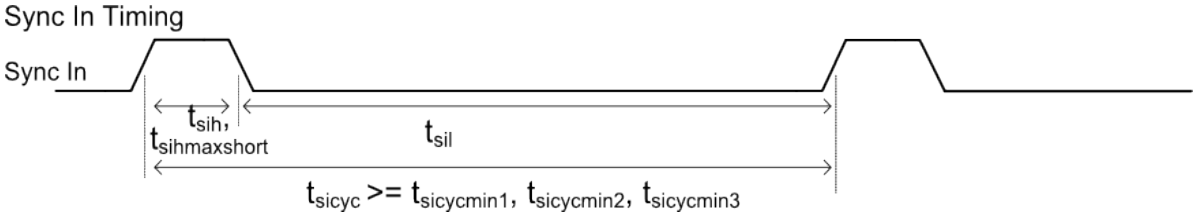
Der Befehl wird direkt nach der Eingabe ausgeführt. Das bedeutet, dass vorher das Weißabgleichtool angeschlossen werden muss.

Aufgrund von ungültigen Intensitätswerten kann die Befehlsbearbeitung scheitern. Daher muss die Antwort überwacht werden und das Kommando ggf. nach der Korrektur der Position des Weißabgleichtools wiederholt werden.

Beispiel: **$WHT3141**[**CR**]
Falls erfolgreich:
Antwort: **$WHT3141**[**CR**] **Int. ok!** [**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]
Bei zu wenig Licht:
Antwort: **$WHT3141**[**CR**] **Int. too weak!** [**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]
Bei zu viel Licht:
Antwort: **$WHT3141**[**CR**] **Int. too high!** [**CR/LF**]**ready**[**CR/LF**]

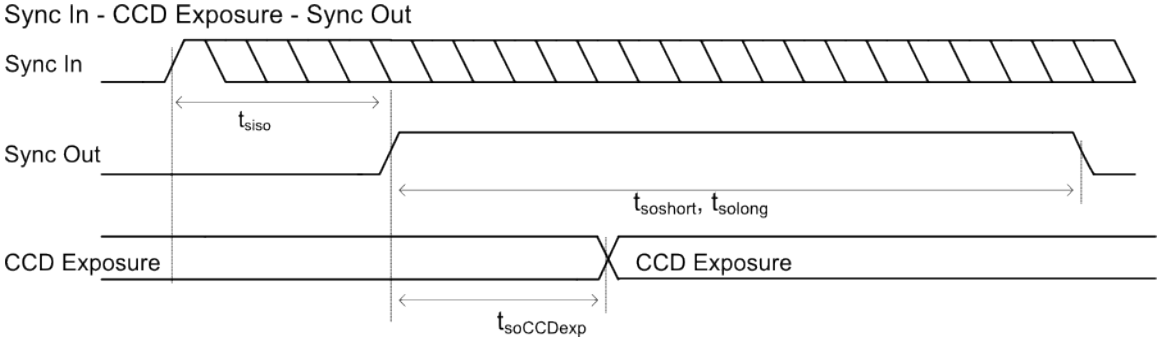
9.4 Zeitdiagramme

9.4.1 Sync-input



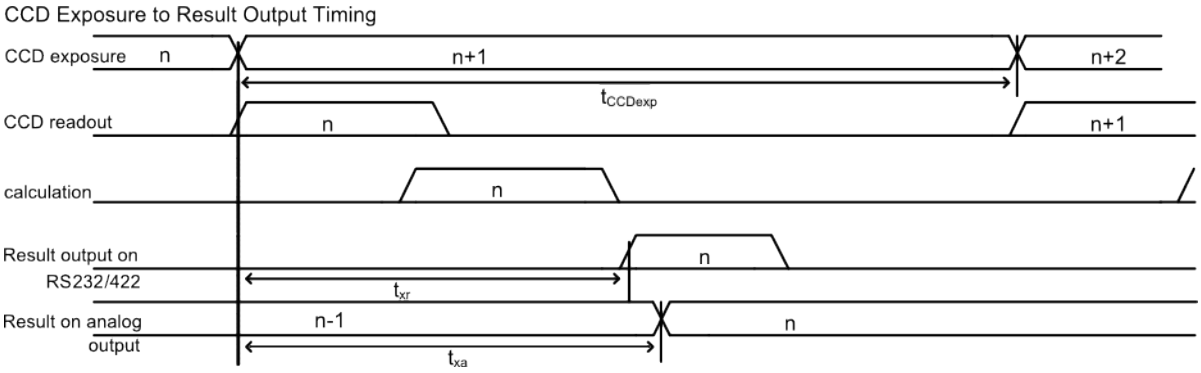
Symbol	Description	min. (µs)	typ. (µs)	max. (µs)
t_{sil}	Sync-in low	1		
t_{sih}	Sync-in high	0.1		
$t_{sihmaxshort}$	Sync-in high max for short Trigger pulse			12
t_{sicyc}	Sync-in min cycle	$t_{sicycmin}$		
$t_{sicycmin1}$	Sync-in min cycle for pulse recognition	2		
$t_{sicycmin2}$	Sync-in min cycle for valid trigger (ext. timing mode)	500		
$t_{sicycmin3}$	Sync-in min cycle for valid trigger (trigger each mode)	$t_{sample} + t_{tre\_wait}$		
t_{tre_wait}	wait time after end of exposure (Trigger each mode)	250		

9.4.2 Sync In – CCD Exposure – Sync Out



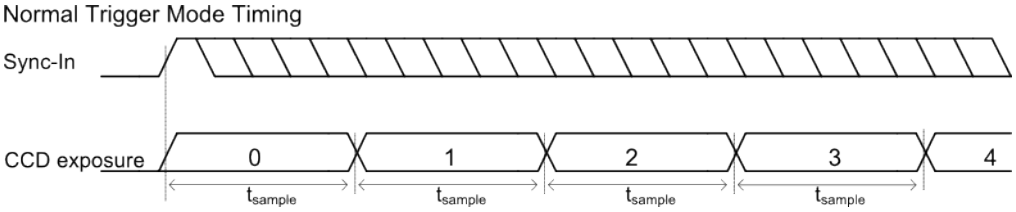
Symbol	Description	min. (µs)	typ. (µs)	max. (µs)
t_{siso}	Delay Sync-in high to Sync-out high	1.2	1.4	1.6
$t_{soCCDexp}$	Delay Sync-out to start CCD exposure	2.6	2.8	3.0
$t_{soshort}$	Sync-out short pulse	10	10	10
t_{solong}	Sync-out long pulse	50	50	50

9.4.3 CCD Exposure to Result Output Timing

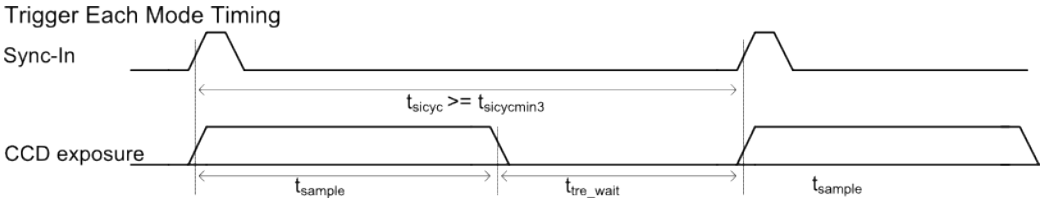


Symbol	Description	min.(µs)	typ.(µs)	max.(µs)
t_{CCDexp}	CCD exposure time	250		
t_{xr}	time from end of CCD-exposure to start result output	350	450	550
t_{xa}	time from end of CCD-exposure to analog out	550	550	550

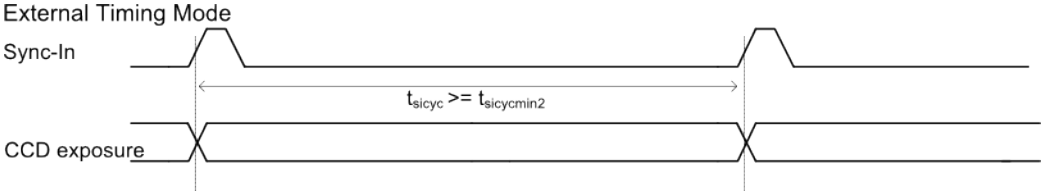
9.4.4 Normal Trigger Mode Timing



9.4.5 Trigger Each Mode Timing



9.4.6 External Timing Mode



8014850/2014-07-25 · 8M_SH (2014-07) · A4 4c int43

Australia
Phone +61 3 9457 0600
1800 33 48 02 – tollfree
E-Mail sales@sick.com.au

Belgium/Luxembourg
Phone +32 (0)2 466 55 66
E-Mail info@sick.be

Brasil
Phone +55 11 3215-4900
E-Mail marketing@sick.com.br

Canada
Phone +1 905 771 14 44
E-Mail information@sick.com

Česká republika
Phone +420 2 57 91 18 50
E-Mail sick@sick.cz

China
Phone +86 4000 121 000
E-Mail info.china@sick.net.cn
Phone +852-2153 6300
E-Mail ghk@sick.com.hk

Danmark
Phone +45 45 82 64 00
E-Mail sick@sick.dk

Deutschland
Phone +49 211 5301-301
E-Mail info@sick.de

España
Phone +34 93 480 31 00
E-Mail info@sick.es

France
Phone +33 1 64 62 35 00
E-Mail info@sick.fr

Great Britain
Phone +44 (0)1727 831121
E-Mail info@sick.co.uk

India
Phone +91–22–4033 8333
E-Mail info@sick-india.com

Israel
Phone +972-4-6881000
E-Mail info@sick-sensors.com

Italia
Phone +39 02 27 43 41
E-Mail info@sick.it

Japan
Phone +81 (0)3 5309 2112
E-Mail support@sick.jp

Magyarország
Phone +36 1 371 2680
E-Mail office@sick.hu

Nederland
Phone +31 (0)30 229 25 44
E-Mail info@sick.nl

Norge
Phone +47 67 81 50 00
E-Mail sick@sick.no

Österreich
Phone +43 (0)22 36 62 28 8-0
E-Mail office@sick.at

Polska
Phone +48 22 837 40 50
E-Mail info@sick.pl

România
Phone +40 356 171 120
E-Mail office@sick.ro

Russia
Phone +7-495-775-05-30
E-Mail info@sick.ru

Schweiz
Phone +41 41 619 29 39
E-Mail contact@sick.ch

Singapore
Phone +65 6744 3732
E-Mail sales.gsg@sick.com

Slovenija
Phone +386 (0)1-47 69 990
E-Mail office@sick.si

South Africa
Phone +27 11 472 3733
E-Mail info@sickautomation.co.za

South Korea
Phone +82 2 786 6321/4
E-Mail info@sickkorea.net

Suomi
Phone +358-9-25 15 800
E-Mail sick@sick.fi

Sverige
Phone +46 10 110 10 00
E-Mail info@sick.se

Taiwan
Phone +886 2 2375-6288
E-Mail sales@sick.com.tw

Türkiye
Phone +90 (216) 528 50 00
E-Mail info@sick.com.tr

United Arab Emirates
Phone +971 (0) 4 88 65 878
E-Mail info@sick.ae

USA/México
Phone +1(952) 941-6780
1 (800) 325-7425 – tollfree
E-Mail info@sickusa.com

More representatives and agencies
at **www.sick.com**

SICK
Sensor Intelligence.